

Definitief

Hoogste tijd voor het maken van een masterplan waterveiligheid voor de middellange en lange termijn voor het Rivierengebied, Zuidwestelijke Delta, de Westkust van Nederland en waarborging van de zoetwatervoorziening op basis van een breed onafhankelijk onderzoek

Also for your future,
Oliver
Born in Dubai
August 4, 2018

Dr. Ir. G.E. Kamerling
Ir. F. Kamerling

Met medewerking van:
Ir. R. van der Weert

November 2018

Inhoud

Inleiding	pagina	4
Samenvatting		7
Hoofdstuk 1		14
Rivierengebied		
Bovenrivieren		
Benedenrivieren		
Hoofdstuk 2		16
Maeslantkering behouden, vervangen door een andere kering of door een sluis of buitengebruik stellen?		
Hoofdstuk 3		19
Bestaande plannen voor het zo goed mogelijk waarborgen van waterveiligheid en zoetwatervoorziening		
3.1 Inleiding		19
3.2 Bespreking Plan Beaufort		21
3.3 Bespreking Plan Haakse Zeedijk		25
3.3a Uitbreiding van bergingscapaciteit (Plan Haakse Zeedijk)		30
3.4 Bespreking Plan Spaargaren		32
3.5 Hybride oplossingen		36
Hoofdstuk 4		36
Vismigratie		
Hoofdstuk 5		37
Beveiliging buitendijkse gebieden achter de Maeslantkering		
Hoofdstuk 6		37
Huidige stand van zaken		
Hoofdstuk 7		39
Breed onafhankelijk onderzoek		
Hoofdstuk 8		44
Masterplan		

Bijlage 1	Overschrijdingsfrequenties zeestanden Hoek van Holland en Vlissingen	47
Bijlage 2	Sluitfrequentie van de Maeslantkering en veiligheidsrisico's	48
Bijlage 3	Masterplan voor geheel Nederland	50
Bijlage 4	Versnelde stijging zeespiegel (Deltares rapport september 2018) en daaraan verbonden consequenties	53
Figuur 1.	Geschematiseerd beeld van Plan Beaufort (“Watersnelweg Waal”)	56
Figuur 2.	Sterk geschematiseerd beeld van oorspronkelijk Plan Haakse Zeedijk	57
Figuur 3.	Plan Spaargaren met mogelijke berging in de gehele Zuidwestelijke Delta	58

Inleiding

De klimaatverandering heeft grote gevolgen voor Nederland. Met name alles wat betrekking heeft op de energietransitie, zoals de bouw van windmolenparken, het plaatsen van zonnepanelen, de bouw van nieuwe huizen zonder aansluiting op het aardgasnet en de plannen ook oude huizen geschikt te maken om ze te kunnen loskoppelen van het aardgasnet en vele andere maatregelen in dit kader staan inmiddels volop in de publieke belangstelling.

In feite zijn dat allemaal maatregelen, die er voor moeten zorgdragen dat Nederland zich aan internationale afspraken houdt om de opwarming van de aarde zoveel mogelijk tegen te gaan. Nederland draagt hierdoor terecht een steentje bij aan de oplossing van een wereldwijd klimaatprobleem. Genoemde energietransitie zal deze eeuw voor Nederland een enorme, ook financiële, inspanning vereisen.

De effecten van klimaatverandering zijn voor veel landen verschillend. In Nederland moet men onder meer rekening houden met een grotere neerslagintensiteit (reeds zeer actueel door talloze lokale overstromingen) en meer langdurig aanhoudende droge perioden in de zomer (het waarborgen van de zoetwatervoorziening is eveneens zeer actueel).

Rekening moet worden gehouden met grotere maximale en kleinere minimale debieten van Rijn en Maas en nog ingrijpender: een versnelde stijging van de zeespiegel. In tegenstelling tot de energietransitie, staan deze gevolgen van klimaatverandering en de daarbij noodzakelijke maatregelen om ons land te beschermen, nog betrekkelijk weinig in de publieke belangstelling. Dat is eigenlijk merkwaardig voor een land, dat al eeuwen strijdt tegen het geweld van het water.

Grotere rivierdebieten en een versnelde stijging van de zeespiegel zullen, zonder vergaande maatregelen, leiden tot grote calamiteiten. In dit rapport werd, in overeenstemming met gegevens van het KNMI, rekening gehouden met een zeespiegelstijging van 0,35 m in 2050 en met 0,85 m tot 1 m stijging in 2100 en een na 2100 verder stijgende zeespiegel.

Inmiddels is reeds op basis van recente gegevens een discussie gaande of deze eeuw rekening moet worden gehouden met een nog veel snellere stijging van de zeespiegel. Tevens blijkt dat bij een stijging van de zeespiegel van 0,35 m in 2050, reeds onacceptabele veiligheidsrisico's ontstaan, tenzij ingrijpende maatregelen worden getroffen.

Op grond van zojuist vermelde gegevens kan de conclusie worden getrokken dat reeds op korte termijn plannen moeten worden gemaakt om er voor te zorgen dat er zodanige maatregelen worden genomen, dat calamiteiten worden voorkomen. Het onderlopen van het lage deel van Nederland zal niet alleen levensbedreigend zijn voor de bevolking, maar zal tevens honderden miljarden euro's aan directe schade kunnen opleveren, terwijl de gehele samenleving er langdurig door kan worden ontwricht. Dergelijke calamiteiten moeten en kunnen worden voorkomen, indien tijdig plannen worden gemaakt voor de middellange en lange termijn, die tijdig worden uitgevoerd.

Een dergelijke planning voor de middellange en lange termijn ontbreekt thans en zou moeten zijn gebaseerd op een breed opgezet onafhankelijk onderzoek, waarbij ook het waarborgen van de zoetwatervoorziening zou moeten worden betrokken.

In het onderliggend rapport wordt daartoe een aanzet gegeven en worden reeds bestaande plannen besproken, die op basis van particulier initiatief tot stand zijn gekomen. Uit de bespreking van deze plannen blijkt reeds dat men bij een stijgende zeespiegel zal moeten kiezen voor het steeds verder ophogen van dijken en/of het uitmalen van rivierafvoeren.

Na voltooiing van een breed onafhankelijk onderzoek zullen politieke beslissingen moeten worden genomen langs welke weg men waterveiligheid en waarborging van de zoetwatervoorziening op middellange en lange termijn veilig wil stellen. Een dergelijke gang van zaken zou moeten worden vastgelegd in de vorm van een Masterplan.

Hoewel de waterveiligheid en de waarborging van de zoetwatervoorziening volgens het Regeringsbeleid de hoogste prioriteit hebben, zal bij ieder Masterplan zoveel mogelijk rekening moeten worden gehouden met andere belangen, waaronder belangen voor havens, scheepvaart, milieu, industrie, visserij en recreatie.

De realisatie van veel onderdelen van een Masterplan zal tijdrovend zijn. Ieder plan kent vele fases, zoals die voor onderzoek en overheidsbeslissingen, inspraak en overleg, ontwerp, aanbesteding en bouw, terwijl binnen het geheel waarschijnlijk veel tijd wordt opgeëist voor Milieueffectrapportage. Sommige projectfases hebben de neiging meer tijd te nemen dan toebedeeld. De gehele organisatie, hoe die er ook uitziet, behoort hiervoor bestuurlijk en technisch geëquipeerd te zijn.

Het onderliggend rapport gaat over het opstellen van een Masterplan met betrekking tot het Rivierengebied, de Zuidwestelijke Delta en de kust van Zeeland, Zuid- en Noord Holland. Een dergelijk plan zou ook moeten worden ontwikkeld voor de rest van Nederland, waar zich eveneens belangrijke problemen voordoen bij een snel stijgende zeespiegel; zie hiervoor bijlage 3 van dit rapport. Uiteraard moet er voor worden zorggedragen dat de plannen goed op elkaar worden afgestemd.

Tijdens het gereedkomen van het concept van dit rapport, werd het Deltares rapport van september 2018 wereldkundig gemaakt. De nieuwste inzichten met betrekking tot een mogelijk stijging van de zeespiegel (onderschreven door het KNMI) houden onder meer in dat tot 2050 de zeespiegel mogelijk zal stijgen zoals in ons rapport reeds werd aangegeven, maar dat daarna rekening moeten worden gehouden met een mogelijk verder versnelde stijging van de zeespiegel tot 2 m (en mogelijk zelfs 3 m) in 2100, in plaats van 0,85 of 1 m waar tot voor kort, ook in ons rapport, van werd uitgegaan.

De gedachte kwam even op om het gehele rapport te herschrijven. Dat heeft echter niet plaatsgevonden, omdat in het onderliggend rapport na 2100 rekening is gehouden met een voortgaande stijging van de zeespiegel na 2100, zonder daar jaartallen aan te verbinden. Tevens zal men bij het maken van een Masterplan altijd rekening moeten blijven houden met veranderende situaties en veranderde inzichten en een veranderde tijdschaal, waarin dit zich afspeelt.

We hebben echter gemeend toch in grote lijnen de betekenis weer te moeten geven in dit rapport van een mogelijke zeespiegelstijging van 2 m in 2100 in plaats van een stijging van 1 m. Zie hiervoor bijlage 4.

Zoals hiervoor reeds werd weergegeven, zal de energietransitie deze eeuw voor Nederland een enorme, ook financiële, inspanning vereisen. Hetzelfde geldt voor in de (nabije) toekomst

noodzakelijke majeure waterbouwkundige aanpassingen, als gevolg van de klimaatverandering. Nederland staat voor een grote uitdaging om letterlijk het hoofd boven water te houden. Zou de spreuk onder het Wapen van Zeeland: "ik worstel en kom boven" betrekking hebben op de overwinning op het water, dan zou dit moeten worden gewijzigd in : "Ik worstel en blijf boven".

Samenvatting

In het rapport is uitgegaan van een mogelijke stijging van de zeespiegel van 0,35 m in 2050 en 0,85 m in 2100 (KNMI, later bijgesteld tot 1 m) en een verder stijgende zeespiegel na 2100. De huidige plannen en uitvoering van werken met betrekking tot waterveiligheid in Nederland zijn met name gericht op de korte termijn, waarbij niet of onvoldoende rekening wordt gehouden met zojuist vermelde waarden voor een mogelijke stijging van de zeespiegel.

Rekening houdend met een toename van maximale debieten van Rijn en Maas, moeten op relatief korte termijn besluiten worden genomen langs welke weg en met welke maatregelen men de waterveiligheid in de toekomst wil waarborgen.

Zoals bij de inleiding reeds werd vermeld, heeft Deltares/KNMI in september 2018 weergegeven dat rekening moet worden gehouden met een mogelijke stijging van de zeespiegel in 2100 van 2 m of meer en een na 2100 doorgaande stijging van de zeespiegel. Zie voor de consequenties hiervan bijlage 4.

Hoewel de overheid geen lange termijnplannen heeft ontwikkeld voor het Rivierengebied, is men veelal van mening dat het probleem van zeespiegelstijging moet worden opgelost door rivierdijken te verhogen. In het Benedenrivierengebied zal dan de verhoging van de dijken globaal gelijk zijn aan de stijging van de zeespiegel; hoe meer bovenstrooms in het Bovenrivierengebied, hoe minder de dijken moeten worden verhoogd (verhoging op basis van de stuwkromme en wettelijke normen). In principe is die gedachte niet onjuist, maar bij een steeds verder stijgende zeespiegel, zal men moeten kiezen voor het steeds verder ophogen van dijken en/of het uitmalen van rivierafvoeren naar zee.

Inmiddels zijn er op basis van particulier initiatief drie plannen (Plan Beaufort, Plan Haakse Zeedijk en Plan Spaargaren) ontwikkeld voor mogelijke oplossingen op de middellange en lange termijn. Deze plannen werden door de overheid of niet beoordeeld of afgewezen of wel waardevol geacht, maar waarbij verdere discussie en beslissingen op de lange baan werden geschoven. Belangrijke oorzaken hiervan zullen zijn dat de betreffende plannen niet passen in het huidige beleid voor de korte termijn en dat adaptief watermanagement in het kader van zeespiegelstijging met name is gebaseerd op resultaten van metingen uit het verleden en heden en niet is gebaseerd op resultaten van klimaatmodellen (KNMI).

Het in dit rapport besproken Plan Beaufort, Plan Haakse Zeedijk en Plan Spaargaren, hebben betrekking op de middellange- en lange termijn. Gezien het huidige tekort aan bergingscapaciteit in ons riviersysteem en gezien onzekerheden met betrekking tot de snelheid waarmee de zeespiegel zal stijgen, onzekerheden met betrekking tot mogelijke veranderingen van het weerbeeld (waaronder stormduur, stormkracht en windrichting) en onzekerheden met betrekking tot toename van rivierdebieten, wordt bij alle plannen gestreefd naar een “robuust” systeem, waarbij de risico’s op de middellange en lange termijn zoveel mogelijk worden beperkt.

Uit berekeningen blijkt dat de huidige Maeslantkering, rekening houdend met een mogelijke zeespiegelstijging van 0,35 m in 2050, een onaanvaardbaar groot veiligheidsrisico oplevert. De drie plannen hebben daarom gemeen dat de Maeslantkering uiterlijk in 2050 is vervangen door een sluiscomplex als eerste stap naar verkrijging van waterveiligheid op middellange- en lange termijn. Tegelijkertijd zal de huidige Hartelkering dan moeten worden vervangen door een binnenvaartsluis.

De overheid wil voorlopig echter vasthouden aan het besluit de Maeslantkering pas in 2070 te vervangen door een andere kering. Daar in 2070 rekening moet worden gehouden met een mogelijke zeespiegelstijging van 0,55 m, is het veiligheidsrisico nog veel groter dan bij een mogelijke stijging van de zeespiegel met 0,35 m in 2050. Nog afgezien van de recente inzichten in een veel snellere stijging van de zeespiegel na 2050, is uitstel van de vervanging van de Maeslantkering tot 2070 uit veiligheidsoverwegingen niet verantwoord, tenzij op korte termijn de dijken achter de huidige kering in voldoende mate worden verhoogd. Dijkverhoging moet dan plaatsvinden in stedelijk gebied, hetgeen gepaard gaat met complexe problemen en hoge kosten.

Door afdamming van de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal en de bouw van sluizen wordt tevens de basis gelegd voor het zo goed mogelijk waarborgen van de zoetwatervoorziening. Het zo goed mogelijk waarborgen van de zoetwatervoorziening is van groot belang omdat klimaatmodellen (KNMI) voorspellen dat rekening moet worden gehouden met langdurige extreem droge perioden in Nederland (en delen van Europa) en een verlaging van de minimale afvoer van de Rijn in 2100 naar 700 m³/s (of mogelijk nog minder).

Bij een stijgende zeespiegel en minimale rivierdebieten zal het zoute zeewater steeds verder het riviersysteem binnendringen en de zoetwatervoorziening (drinkwater, water voor industrie, land- en tuinbouw) steeds verder bedreigen. Door afsluiting van de Nieuwe Waterweg wordt de verzilting van het riviersysteem tegengegaan en kan ook in de toekomst de zoetwatervoorziening worden gewaarborgd. Dan wordt de mogelijkheid behouden om ook in zeer droge perioden vanuit het riviersysteem water in polders in te laten om het polderwater door te spoelen en de verzilting ten gevolge van een toenemende zoute kwel te beperken. Tevens ontstaat door afsluiting van de Nieuwe Waterweg (sluizen) en de bouw van een sluis in het Hartelkanaal, in principe de mogelijkheid om over grote voorraden zoetwater te kunnen beschikken in de Zuidwestelijke Delta.

Nederland blijft echter een land, waar een grote hoeveelheid overtollig zoetwater in zee wordt geloosd. Het is een uitdaging voor de toekomst om, indien lokale maatregelen onvoldoende effect hebben, dit overschot tevens te benutten voor de zoetwatervoorziening van de hoger gelegen gronden.

Mocht worden besloten geen sluizen in de Nieuwe Waterweg te bouwen, dan wordt in Plan Beaufort een mogelijk alternatief gegeven in de vorm van een snel sluitende dubbele kering met geringe faalkans. Om de huidige frequentie van sluiten van de Maeslantkering te handhaven en de scheepvaart dus zo min mogelijk te belemmeren, moeten in elk geval de dijken achter de kering (en dus ook in stedelijk gebied) worden verhoogd. Op de problematiek van de Maeslantkering en de mogelijke vervanging ervan door een enkele of dubbele kering of door sluizen, wordt in dit rapport uitvoerig ingegaan.

Belangrijke oorzaak van huidige risico's met betrekking tot waterveiligheid is het geringe waterbergend vermogen (bergingscapaciteit) van het riviersysteem. Bij hoge zeestanden en gesloten stormvloedkeringen kunnen al calamiteiten plaatsvinden bij relatief geringe rivierdebieten. In feite kan deze situatie worden gekenmerkt als een soort badkuip, waar het rivierwater instroomt, maar de toegang tot de Noordzee is geblokkeerd. Als de beschikbare berging vol is, loopt het water over de dijk en kan een calamiteit plaatsvinden. Genoemde drie plannen komen voor dit probleem met een verschillende oplossing.

In **Plan Beaufort** (zie figuur 1 achterin het rapport) wordt dit overstromingsgevaar vergaand gereduceerd door de afvoer van de Rijn (minus de afvoer van de IJssel) via de Waal, Merwede, Hollands Diep en het Haringvliet (“Watersnelweg Waal”), evenals de afvoer van de Maas, naar de Noordzee ook bij de hoogste zeestanden (thans circa 5 m boven NAP) en maximale rivierdebieten mogelijk te maken. Bergingscapaciteit is dan niet meer nodig. De Haringvlietsluizen behouden hun functie met betrekking tot het tegengaan van verzilting.

De afvoercapaciteit van de Waal moet daarbij in belangrijke mate worden vergroot, terwijl kunstwerken (“kranen”) in het Pannerdens kanaal en keringen in het Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede moeten worden gebouwd. Dijken langs de “Watersnelweg Waal” moeten dan sterk worden verhoogd.

De mate waarbij rivierdijken moeten worden verhoogd, blijft ook in de toekomst gerelateerd aan de mate waarin de zeespiegel stijgt. Hoe sneller de zeespiegel stijgt, hoe sneller de dijken langs de “Watersnelweg Waal” moeten worden verhoogd en onder meer bruggen omhoog moeten om de vereiste doorvaarthoogte te behouden.

In het rapport komen ook andere mogelijkheden ter sprake, waarbij noodzakelijke verhoging voor alle dijken in het rivierengebied met aanpassing van bruggen en kustwerken is gerelateerd aan de zeespiegelstijging. Verschillende varianten zijn hierbij echter denkbaar, namelijk varianten met een geheel open of gesloten Rijnmond en een Zuidwestelijke Delta, die geheel of gedeeltelijk open of geheel gesloten is. Waarschijnlijk is de praktische haalbaarheid van sommige varianten een groter probleem dan de uitvoering van Plan Beaufort.

Bij het **Plan Haakse Zeedijk** (zie figuur 2) worden drie bekkens voor de kust gebouwd als bergingsreservoirs. In de huidige situatie is met name het Zuidelijk bekken (vanaf Walcheren tot de Maasvlakte; 1100 km²), waar Rijn en Maas via het Haringvliet in uitstromen, van belang. Bij laagwater wordt met spuisluizen van het bekken op zee geloosd. Bij hoge zeestanden en gesloten sluisen (stormvloedkering) kan in 2100 een maximaal debiet van 20.000 m³/s gedurende 40 uren naar het bekken worden afgevoerd alvorens het bekken is gevuld, waarna bij laag water wordt geloosd. Het risico op overstroming is daarmee sterk beperkt ten opzichte van de huidige situatie (badkuip, die snel overloopt). Bij dit systeem is de hoogte van de rivierdijken niet gerelateerd aan de zeespiegelstijging, waardoor de huidige rivierdijken niet of slechts in beperkte mate (éénmalig) behoeven te worden verhoogd.

Bij een stijgende zeespiegel neemt de mogelijkheid van vrije lozing in de tijd af en zal steeds meer water vanuit het bekken naar zee moeten worden gepompt. Uiteindelijk zal bij een stijging van de zeespiegel van circa 4 m, de gehele rivierafvoer met behulp van gemalen naar zee moeten worden afgevoerd. Hierbij wordt rekening gehouden met een maximaal debiet 20.000 m³/s als top van een hoogwaterafvoergolf, waarbij ruim twee weken het debiet groter is dan 10.000 m³/s. Een dergelijke hoogwaterafvoergolf heeft een herhalingsperiode van circa 1 x 1250 jaar. Indien men alleen over het Zuidelijk bekken beschikt als bergingsreservoir (buffer), moeten gemalen circa 12.000 m³/s (bij maximaal rivierdebiet en geen verhoogde zeestand) en circa 14.000 m³/s (bij maximaal rivierdebiet en een sterk verhoogde zeestand ten gevolge van een zeer zware storm) bij een opvoerhoogte van 4 m kunnen uitmalen. Het hiervoor benodigde elektrisch vermogen bedraagt circa 1000 MW respectievelijk 1200 MW (nieuwe kolencentrale aan de Eemshaven heeft een vermogen van 1560 MW). De faalkans van het systeem is met name afhankelijk van de leveringszekerheid van een betrekkelijk groot elektrisch vermogen.

Het tweede en derde bekken wordt uit veiligheidsoverwegingen van belang bij een stijging van de zeespiegel van circa 1- 2 m, waarbij de drie bekkens tot één groot reservoir worden verenigd. De benodigde gemaalcapaciteit wordt door de vergroting van de buffercapaciteit dan verminderd en de risico's worden verder ingeperkt.

Een dergelijke gang van zaken zou ook voor de haven van Rotterdam gunstig kunnen uitpakken, omdat bij een stijging van de zeespiegel met 1-2 m de Maasvlakte onvoldoende beschermd wordt. Er moeten dan sluizen worden gemaakt in de Haakse Zeedijk om toegang te verschaffen tot de havens van Rotterdam en Amsterdam; de sluis in de Nieuwe Waterweg komt dan te vervallen.

Het **Plan Spaargaren** (zie figuur 3) heeft formeel een tijdshorizon tot 2100, waarbij de rivierdijken in het Benedenrivierengebied niet of slechts in beperkte mate worden verhoogd. Het tekort aan bergingscapaciteit wordt hier gecompenseerd door vergroting van de bergingscapaciteit in de Zuidwestelijke Delta, terwijl bij kritieke situaties het rivierwater met behulp van grote gemalen direct naar zee wordt afgevoerd.

Indien men dit plan verder extrapoleert in de tijd, zal bij een verder stijgende zeespiegel, de capaciteit van vrije lozing steeds verder afnemen en zal steeds vaker en steeds meer water met behulp van gemalen naar zee moeten worden afgevoerd.

Bij een stijging van de zeespiegel van 2 m kunnen reeds situaties ontstaan, waarbij vrijwel het gehele rivierdebiet moet worden uitgedompt. Indien rivierdijken niet worden verhoogd, zal bij een stijging van de zeespiegel met circa 3 m geen vrije lozing meer mogelijk zijn en zal de gehele rivierafvoer (Rijn minus IJssel plus Maas; maximaal circa 20.000 m³/s) naar zee moeten worden gepompt.

Het waterbergend vermogen van het systeem is in de huidige situatie gering. Indien men de buffercapaciteit op nul stelt, blijkt uit globale berekeningen dat zeer grote elektrische vermogens nodig zijn om de pieken in de rivierafvoer met behulp van gemalen naar zee af te voeren. Indien bij het Plan Spaargaren ervan wordt uitgegaan dat te zijner tijd de gehele Zuidwestelijke Delta (oppervlak inclusief de Oosterschelde circa 500 km²) als bergingsreservoir dienst kan doen, zullen de grote piekvermogens sterk worden afgevlakt. Om een vergelijking met het Zuidbekken van de Haakse Zeedijk mogelijk te maken, werd gerekend met een opvoerhoogte van 4 m (in werkelijkheid is vrije lozing al niet meer mogelijk bij een stijging van de zeespiegel van circa 3 m).

Indien bij het begin van de hoogwaterafvoergolf met een maximum van 20.000 m³/s het peil in het Haringvliet op het niveau is van NAP en de zeestand niet is verhoogd door storm, is een pompcapaciteit nodig van circa 14.000 m³/s bij een opvoerhoogte van 4 m (benodigd vermogen circa 1230 MW). Indien ten tijde van de hoogwatergolf een zeer hoge zeestand voorkomt ten gevolge van een zeer zware storm, is een pompcapaciteit nodig van circa 16.000 m³/s bij een opvoerhoogte van 4 m (benodigd vermogen circa 1400 MW). Tijdens dit gehele proces wordt de berging in de Zuidwestelijke Delta (500 km²) langzaam gevuld.

Indien het elektrisch vermogen wordt verkregen uit het landelijk elektriciteitsnet, zal de faalkans van deze pompsystemen met name worden bepaald door de kans op stroomstoring of het niet tijdig beschikbaar zijn van het benodigde vermogen, met mogelijke calamiteiten tot gevolg. Risico's kunnen mogelijk worden beperkt indien het benodigd vermogen zelf

wordt opgewekt. Omdat grote vermogens slechts zelden nodig zijn, zouden kosten kunnen worden bespaard en risico's worden beperkt, indien men niet voor de gemalen benodigd vermogen levert aan het landelijk netwerk. Op dit punt is nader onderzoek noodzakelijk.

Bij vergelijking van Plan Beaufort, Plan Haakse Zeedijk en Plan Spaargaren moet men zich bewust zijn van het feit dat het Plan Haakse Zeedijk met één bergingsbekken voor de kust van Walcheren tot Den Helder in feite mede tot doelstelling heeft de kust te beschermen. Verdediging van de kust is echter niet opgenomen in de bespreking van het Plan Beaufort en het Plan Spaargaren.

De huidige kust wordt thans beschermd door zandsuppleties, maar bij een stijgende zeespiegel vergt dit steeds meer zand, zodat naar alternatieven moet worden uitgekeken. Zie verder ook bijlage 4. De wijze waarop men in de toekomst bij een sterk stijgende zeespiegel de kust wil beschermen, is van doorslag gevende betekenis om een vergelijking te kunnen maken tussen Plan Beaufort, Plan Haakse Zeedijk en Plan Spaargaren.

In principe zijn bij zojuist genoemde plannen ook allerlei hybride oplossingen mogelijk, omdat verhoging van dijken, gebruik van zeer grote gemalen en het creëren van bergingscapaciteit in belangrijke mate complementaire maatregelen zijn, waarbij de risico's van falen echter nauwkeurig in kaart moeten worden gebracht.

Rotterdam is tot op heden tegenstander van de bouw van sluisen, omdat ze de thans bestaande vrije doorgang voor de scheepvaart van de Rotterdamse haven met de Noordzee en het achterland wil handhaven. Tevens is er een discussie ontstaan over wat er moet gebeuren als mogelijk reeds voor het einde van deze eeuw de Oosterscheldekering ten gevolge van een relatief snelle stijging van de zeespiegel niet meer als stormvloedkering kan functioneren; ook de Haringvlietsluizen zouden tegen het einde van deze eeuw mogelijk moeten worden vervangen of geheel worden gerenoveerd. Zie tevens bijlage 4.

Inmiddels gaan ook stemmen op van milieugroeperingen voor het openhouden van de Nieuwe Waterweg, terwijl er ook voorstanders zijn van het buitengebruikstellen van de Haringvlietsluizen en de Oosterscheldekering tegen het einde van deze eeuw. In feite wil men hierbij grotendeels terug naar de tijd van voor de Deltawerken. Dergelijke gedachten vinden mogelijk ook in meer of mindere mate weerklank in de politiek.

Het is eigenlijk niet duidelijk wat men hierbij wil bereiken, omdat bij een relatief snel stijgende zeespiegel de Oosterschelde in zijn huidige vorm met zijn geulen, platen en schorren zeer waarschijnlijk zal verdwijnen. Hetzelfde geldt voor bijvoorbeeld de Biesbosch. Discussie hierover kan alleen zinvol worden gevoerd indien het creëren van een meer open Zuidwestelijke Delta met goede argumenten ten aanzien van het milieu wordt onderbouwd.

Op dit moment lijkt een patstelling te zijn ontstaan tussen een wereld van waterbouwkundigen enerzijds en een wereld van milieubeschermers en voorstanders van een open vaarweg van de haven van Rotterdam naar het achterland, anderzijds. Die patstelling moet in principe zijn te doorbreken, omdat in werkelijkheid iedereen veiligheid, waarborging van de zoetwatervoorziening en een zo goed mogelijk milieu nastreeft en niemand de belangen van de haven van Rotterdam kan bagatelliseren. De plannen van Rotterdam en milieubeschermers zouden in principe ook kunnen worden gerealiseerd, mits de veiligheid en de zoetwatervoorziening en de financiering ervan worden gewaarborgd en er voldoende tijd is voor realisering van noodzakelijk geachte maatregelen.

Mocht men overwegen te kiezen voor een open Nieuwe Waterweg en mocht men de Haringvlietsluizen en de Oosterscheldekering tegen het einde van deze eeuw buiten gebruik willen stellen voor het verkrijgen van een open Zuidwestelijke Delta, dan zal men op korte termijn deze beslissingen moeten nemen, omdat de rest van deze eeuw nodig zal zijn voor het realiseren van dijkverhogingen en dijkversterkingen, inclusief aanpassing aan bruggen en kunstwerken, in zowel het Benedenrivierengebied als het Bovenrivierengebied. Een dergelijke besluitvorming gaat echter gepaard met onzekerheden en risico's, omdat de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt met onzekerheden is omgeven. Bij verdergaande stijging van de zeespiegel zal ook in de toekomst dijkverhoging en dijkversterking zijn gerelateerd aan de mate van zeespiegelstijging.

Het kiezen voor een zo open mogelijke Zuidwestelijke Delta, waarbij de realisering ervan pas tegen het einde van deze eeuw zou kunnen plaatsvinden, levert nog geen oplossing voor de problemen, die bij een mogelijk snel stijgende zeespiegel zich op kortere termijn kunnen voordoen, waaronder onaanvaardbare veiligheidsrisico's bij het niet tijdig vervangen van de Maeslantkering. Een beslissing ten aanzien van een meer open Zuidwestelijke Delta tegen het einde van deze eeuw, houdt daarom niet alleen een langdurig proces in van dijkverhoging en dijkversterking, maar vraagt ook tussentijdse en snelle beslissingen om de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening deze eeuw tijdig te waarborgen.

Zoals in dit rapport wordt aangegeven kan ook voor realisatie van een gesloten Zuidwestelijke Delta met grote zoetwaterbekkens (waaronder de Oosterschelde) tegen het einde van deze eeuw worden gekozen; ook andere varianten zouden kunnen worden onderzocht.

Uit voorgaande tekst blijkt dat er in principe meerdere mogelijkheden bestaan om bij een stijgende zeespiegel de waterveiligheid van het riviergebied en de Zuidwestelijke Delta zo goed mogelijk te waarborgen. Tevens blijken er grote meningsverschillen te bestaan langs welke weg de oplossing moet worden gezocht om het gestelde doel te bereiken. Op grond hiervan wordt voorgesteld om op korte termijn een breed onafhankelijk onderzoek te starten, waarbij de voor- en nadelen (inclusief kostenramingen) van verschillende mogelijkheden tegen elkaar worden afgewogen. Het is gewenst om in het kader van dit onderzoek mogelijk juridische problemen en mogelijke problemen in het kader van de ruimtelijke ordening mee te nemen. Een voorstel voor een dergelijk onderzoek wordt weergegeven in hoofdstuk 7 van dit rapport. Op basis van de resultaten van dit onderzoek zou de politiek dan een beslissing kunnen/moeten nemen.

Het wordt daarbij de hoogste tijd een Masterplan Waterveiligheid en waarborging van de zoetwatervoorziening op te stellen. In een dergelijk Masterplan (Hoofdstuk 8) zal onder meer moeten worden weergegeven op welke wijze men denkt de waterveiligheid bij een stijgende zeespiegel en bij een toename van maximale rivierdebieten te kunnen waarborgen. In een dergelijk Masterplan behoort adaptief watermanagement met name te zijn gebaseerd op resultaten van berekeningen met klimaatmodellen met betrekking tot een mogelijk geachte stijging van de zeespiegel (KNMI) en toename van maximale rivierdebieten in de tijd. Het Masterplan behoort tevens te zijn gebaseerd op de benodigde tijd voor het realiseren van noodzakelijk geachte maatregelen.

Hierbij moet worden getracht voldoende flexibiliteit in te bouwen om in te kunnen spelen op een wijziging in de randvoorwaarden (bijvoorbeeld een snellere of minder snelle stijging van

de zeespiegel dan rekening mee was gehouden). Op deze wijze wordt ernaar gestreefd dat noodzakelijke geachte maatregelen tijdig worden genomen en aansluiten bij reeds gerealiseerde maatregelen, waardoor zo min mogelijk tijd en kapitaal verloren gaat.

Indien men uitgaat van de door het KNMI mogelijk geachte stijging van de zeespiegel en de stijging zou in werkelijkheid geringer zijn, dan betekent dat in feite geen kapitaalvernietiging omdat vrijwel vaststaat dat men te maken heeft met een langdurige stijging van de zeespiegel. In de huidige situatie is het echter geenszins zeker dat in de toekomst noodzakelijk geachte maatregelen aansluiten bij de reeds uitgevoerde maatregelen. Dat zou tijdverlies en kapitaalvernietiging kunnen inhouden.

Op basis van gemaakte kostenramingen voor de verschillende projecten en het meest waarschijnlijk tijdschema, kan een noodzakelijk inzicht worden verkregen in de budgettaire eisen, die zijn verbonden aan de uitvoering van een Masterplan. Van groot belang is dat de overheid zich garant stelt voor de financiering.

Hoewel de waterveiligheid en de waarborging van de zoetwatervoorziening volgens het Regeringsbeleid de hoogste prioriteit hebben, zal bij ieder Masterplan zoveel mogelijk rekening moeten worden gehouden met andere belangen, waaronder belangen voor havens, scheepvaart, milieu, industrie, visserij en recreatie.

De realisatie van veel onderdelen van een Masterplan zal tijdrovend zijn. Ieder plan kent vele fases, zoals die voor onderzoek en overheidsbeslissingen, inspraak en overleg, ontwerp, aanbesteding en bouw, terwijl binnen het geheel waarschijnlijk veel tijd wordt opgeëist voor Milieueffectrapportage. Sommige projectfases hebben de neiging meer tijd te nemen dan toebedeeld. Het consequent vasthouden aan een strak en reëel tijdsschema voor realisatie van de betreffende werken is voor ieder Masterplan een absolute voorwaarde om risico's op calamiteiten zoveel mogelijk te voorkomen. De gehele organisatie, hoe die er ook uitziet, behoort hiervoor bestuurlijk en vakkundig geëquipeerd te zijn.

Tot slot wordt opgemerkt dat bij de planning van werkzaamheden in een Masterplan rekening zou moeten worden gehouden met mogelijk ernstige vertragingen bij het realiseren van geplande maatregelen. Enerzijds zullen bij een snel stijgende zeespiegel in veel laag gelegen gebieden in delta's en kustvlaktes in de wereld, waar in de praktijk geen beschermingsmaatregelen mogelijk zijn, miljoenen mensen vluchten met alle daaraan verbonden verschrikkelijke consequenties. Anderzijds kan op andere plaatsen de vraag naar uitvoering van beschermingsmaatregelen door aannemerscombinaties en baggermaatschappijen, de beschikbare capaciteit voor het uitvoeren van dergelijke werkzaamheden verre overtreffen. Dit probleem is nog groter geworden nu het sinds kort bekend is dat rekening moet worden gehouden met een mogelijke stijging van de zeespiegel van zelfs 2 m of meer in 2100.

Hoofdstuk 1

Rivierengebied

De huidige normstelling voor de rivieren is gebaseerd op overschrijdingskansen van Maatgevend Hoogwater (MHW); voor de Bovenrivieren is dat 1:1250 jaar, voor het Benedenrivierengebied is dat 1:2000 tot 1:4000 jaar en voor Rotterdam en omgeving 1:10.000 jaar.

Bovenrivieren

In het verleden werd de benodigde afvoercapaciteit van de Rijn vastgesteld op 15.000 m³/s (afvoer Lobith; gelijk aan de totale afvoercapaciteit van Waal, Neder-Rijn en Lek en IJssel samen). Door extrapolatie van afvoergegevens werd een debiet van 15.000 m³/s gemiddeld 1 x per 1250 jaar (norm MHW) overschreden; waterstanden bij de Bovenrivieren (evenals MHW) worden met name bepaald door de afvoer.

Door de hoge afvoeren van 1993 en 1995 bij de extrapolatie te betrekken, zou echter een debiet van 16.000 m³/s te Lobith 1 x per 1250 jaar worden overschreden. Door de voltooiing van het project Ruimte voor de Rivier werd de totale afvoercapaciteit naar 16.000 m³/s gebracht, zonder een noodzakelijke extra verhoging van rivierdijken.

Veel dijken worden echter nog versterkt en/of verhoogd, omdat ze niet aan gestelde norm voldoen. Voor een deel zou men dit kunnen toeschrijven aan een te trage uitvoering van dijkverbeteringsprojecten; voor een deel wordt dit echter veroorzaakt doordat men het gevaar voor piping anders berekent dan in het verleden.

In tegenstelling tot het verleden, mogen afdekkende lagen in de uiterwaarden, die van groot belang zijn om piping tegen te gaan, in principe niet meer bij de berekeningen voor dijkontwerpen worden betrokken omdat de uiterwaarden niet onder beheer staan van de waterschappen. Tevens wordt de enorme hoeveelheid verkregen grondgegevens, op basis waarvan men in het verleden onder meer de berekeningen verrichtte met betrekking tot het gevaar voor piping, niet of nauwelijks meer gebruikt. Men hanteert thans probabilistische risicoberekeningen met behulp van een zeer gering aantal grondgegevens, met als gevolg dat bredere dijken worden ontworpen, die over gedimensioneerd zullen/kunnen zijn; de formules voor berekening van het gevaar voor piping zijn dezelfde als in het verleden werden gehanteerd. Ter besparing van kosten en ter vermindering van uitvoeringsproblemen verdient dit punt nader aandacht.

De opschaling van de afvoercapaciteit van 15.000 m³/s naar 16.000 m³/s is dus gebaseerd op extrapolatie van meetgegevens, die tevens passen in de resultaten van berekeningen met klimaatmodellen. Voor 2100 gaat men er voorlopig vanuit dat genoemde afvoercapaciteit moet worden verhoogd tot 18.000 m³/s. Uit klimaatmodellen blijkt dat de potentiële afvoer van de Rijn in 2100 mogelijk 20.000 m³/s of meer zou kunnen bedragen. Onder de huidige omstandigheden zou dit gepaard gaan met grootschalige overstromingen in Duitsland. Indien men er van uitgaat dat geen vergaande maatregelen in Duitsland worden gerealiseerd om tot een snellere afvoer van de Rijn te komen, zou de afvoer bij Lobith tot 18.000 m³/s worden beperkt.

Hieruit blijkt dat er op dit punt wel degelijk sprake is van een lange termijnvisie. Over de te nemen maatregelen om een afvoercapaciteit van 18.000 m³/s te realiseren, is echter nog weinig bekend. Daarom is het mogelijk dat in de toekomst noodzakelijk geachte maatregelen

niet aansluiten bij de maatregelen, die eerder werden genomen (zoals bijvoorbeeld de aansluiting op het thans voltooide project “Ruimte voor de Rivier”).

In werkelijkheid zou Duitsland echter zodanige maatregelen kunnen nemen, dat het maximale debiet bij Lobith te zijner tijd groter zou kunnen worden dan de 18000 m³/s, waar nu van wordt uitgegaan. Bij het opstellen van een Masterplan zou met deze mogelijkheid rekening moeten worden gehouden.

Na de waternoodramp van 1953 werd vastgesteld dat de bestaande rivierdijken onvoldoende veilig waren. Omstreeks 1970 werd gestart met dijkverbeteringsprojecten. De in die tijd gestelde eisen, waaraan de rivierdijken moesten voldoen, zijn in feite niet echt veranderd. De uitvoering van reeds in 1975 goedgekeurde projecten kwam echter pas echt op gang door de hoge rivierstanden in 1993 en 1995 en de evacuatie van de Betuwe. Anno 2018 is men echter nog steeds volop bezig met de uitvoering van noodzakelijke verbeteringen, omdat veel dijken nog steeds niet voldoen aan gestelde normen. Dit maakt duidelijk hoeveel tijd (en geld) het vergt om aan gestelde eisen te voldoen, ook al wordt nu volop gewerkt aan het bereiken van het vereiste resultaat.

De hiervoor geschetste situatie geldt voor het Bovenrivierengebied, waarbij de afvoer bepalend is voor overschrijding van MHW. Een aantal problemen met betrekking tot de Bovenrivieren bestaat echter ook in het Benedenrivierengebied, waar ook veel dijken nog steeds niet voldoen aan de gestelde eisen en ook de problematiek van piping een belangrijke rol speelt.

Benedenrivieren

Voor het Benedenrivierengebied worden twee gebieden onderscheiden, n.l. het “**Overgangsgebied**” en het “**Zeegebied**”.

In het **Overgangsgebied** wordt MHW bepaald door rivierdebieten en hoge zeestanden, waarbij de stormvloedkeringen zijn gesloten. In feite kan deze situatie worden gekenmerkt als een soort badkuip, waar het rivierwater instroomt, maar de toegang tot de Noordzee is geblokkeerd. Als de beschikbare berging vol is, loopt het water over de dijk. MHW is in dit gebied de waterstand die, afhankelijk van de locatie, 1x per 2000 tot 4000 jaar wordt overschreden. Dijken behoren MHW te kunnen keren. Hoe groter de berging, hoe langer het duurt voor de badkuip overloopt en hoe geringer de kans op overstroming. In het recente verleden is daarom onderzoek verricht naar mogelijkheden van vergroting van de berging in de Zuidwestelijke Delta.

Op basis van de resultaten van dit onderzoek werd besloten het Volkerak/Zoommeer als berging te gaan benutten; de Oosterschelde en de Grevelingen werden om verschillende redenen als berging afgewezen.

Het gebrek aan bergingscapaciteit levert dus risico's op. Thans ontstaan kritieke situaties (overschrijding MHW) bij een afvoer van de Rijn bij Lobith van 7000 – 10.000 m³/s, uitgaande van een stormopzetduur van 29 uren en gesloten zeekeringen. Zoals reeds vermeld mag MHW in dit gebied, afhankelijk van de locatie, 1x per 2000 tot 1x per 4000 jaar worden overschreden. Onderzoek toonde echter aan dat men uit veiligheidsoverwegingen beter van een grotere stormopzetduur (40 uren) zou kunnen uitgaan. Hoe groter de stormopzetduur, hoe geringer het debiet waarbij de situatie reeds kritiek wordt; indien dijken niet over overhoogte beschikken, hoe eerder dijken moeten worden verhoogd.

In het **Zeegebied** (Rotterdam en omgeving) wordt MHW (overschrijding 1:10.000 jaar) bepaald door de faalkans van de Maeslantkering (1:100 sluitingen). Op dit onderwerp wordt in hoofdstuk 2 nog uitvoerig teruggekomen.

Inmiddels zijn er nieuwe normen (toelaatbare overstromingskansen) ontwikkeld voor alle primaire rivierdijken. Deze nieuwe normen zijn onder meer gerelateerd aan bevolkingsdichtheid, overlijdensrisico en economische belangen. De toegelaten kansen op overstroming verschillen daarom per locatie. Grote delen van de Waal, Lek en de omgeving van Rotterdam moeten bijvoorbeeld worden beveiligd tegen een overstromingskans van 1:30.000 jaar; de Noordoever van de Nieuwe Maas te Rotterdam zelfs 1:100.000 jaar. Alle primaire rivierdijken moeten in 2050 aan de nieuwe normstelling voldoen. De oude normstelling, die tot voor kort ten grondslag lag aan dijkverbeteringsprojecten, zal dus langzamerhand geheel worden overgenomen door de nieuwe normstelling.

Ook hier worden dus eisen gesteld voor de middellange termijn, maar een plan voor de implementatie ervan ontbreekt vooralsnog. Zoals uit deze rapportage zal blijken, hangt deze implementatie mede af van de vraag of in 2050 de Maeslantkering zal zijn vervangen door sluizen of dat door andere maatregelen de veiligheid van Rotterdam en omgeving zal zijn gewaarborgd (hoofdstuk 2 en 3). Deze vraag zal echter op relatief korte termijn moeten worden beantwoord, daar de bouw van sluizen, inclusief voorbereiding en vergunningverlening, circa 30 jaar in beslag zal nemen (Spaargaren).

Hierbij kan worden opgemerkt dat Spaargaren vermeldt dat een aantal thans geplande dijkverhogingen voorlopig niet nodig zouden zijn, indien men zou besluiten de Maeslantkering te vervangen door sluizen. Ook andere oplossingen, waarmee de veiligheid mogelijk zou kunnen worden gewaarborgd, zoals de bouw van een dubbele kering en de daarbij behorende dijkverhoging, vergen eveneens decennia om te worden gerealiseerd.

Uit het bovenstaande blijkt reeds dat voor een oplossing van de klimaatproblemen een visie met betrekking tot de middellange- en lange termijn noodzakelijk is en dat op korte termijn beslissingen zullen moeten worden genomen over de weg die daarbij gevolgd zou moeten worden. Dit zal verder worden verduidelijkt in de volgende hoofdstukken.

Hoofdstuk 2

Maeslantkering behouden, vervangen door een andere kering of door een sluis of buitengebruik stellen?

Bij de berekeningen, waarvan de resultaten in dit hoofdstuk zijn weergegeven en die al een paar jaar geleden werden uitgevoerd, werd uitgegaan van een mogelijke stijging van de zeespiegel van 0,35 m in 2050 en 0,85 m in 2100 en een daarna verder stijgende zeespiegel (KNMI). De stijging van 0,85 m in 2100 werd later door het KNMI bijgesteld tot 1m op basis van kansberekening; de wijziging werd dus niet veroorzaakt door het hanteren van een ander klimaatscenario. Indien verderop in het rapport soms wordt uitgegaan van een stijging van 1 m in 2100, betekent dit dus in feite geen verder versnelde stijging van de zeespiegel.

Tevens wordt (bij gebrek aan beter) verondersteld dat bij een stijgende zeespiegel het weerbeeld met betrekking tot stormduur, windkracht en windrichting gelijk blijft aan die van de huidige situatie.

De Deltawerken werden indertijd zodanig ontworpen dat de Haven van Rotterdam in open verbinding zou blijven staan met de Noordzee en met het achterland. Rotterdam en Drechtsteden zouden moeten worden beveiligd door verhoging en versterking van dijken. Dijkverhoging in stedelijke gebieden bleek echter dermate gecompliceerd en kostbaar te zijn, dat men uiteindelijk van dijkverhoging afzag en de Maeslantkering bouwde (1997). De Maeslantkering werd ontworpen met een faalkans bij sluiting van 1:1000 keer; in werkelijkheid wordt nu rekening gehouden met een faalkans van 1:100 sluitingen. MHW Rotterdam (overschrijding waterstand achter de kering 1 x per 10.000 jaar) is thans NAP + 3,60 m, waarbij een faalkans van 1:100 sluitingen is verdisconteerd.

MHW stijgt gelijk met de zeespiegelstijging. In 2050 zou MHW te Rotterdam bij een zeespiegelstijging van 0,35 m stijgen tot NAP + 3,95 m; in 2100 bij een zeespiegelstijging van 0,85 m is MHW = NAP + 4,45 m. De kering wordt thans gesloten bij NAP + 3m en dat moet ook zo blijven zolang men niet overgaat tot dijkverhoging.

Thans wordt de kering gemiddeld 1 x per 10 jaar gesloten. Zonder verhoging van dijken zal de frequentie van sluiting toenemen. Bij de zojuist weergegeven zeespiegelstijging van 0,35 m (2050) en 0,85m (2100) zou respectievelijk circa 1 x per jaar en 5x per jaar worden gesloten (waarden weergegeven door Spaargaren); bij een stijgende zeespiegel zal de scheepvaart daarom steeds meer worden gehinderd. Uit een nadere beschouwing blijkt echter dat de toenemende frequentie van sluiten op zichzelf geen veiligheidsrisico met zich meebrengt (bijlage 2).

Wel is er sprake van een in de tijd toenemend veiligheidsrisico bij een stijgende zeespiegel, zonder gelijktijdige verhoging van de dijken achter de kering. MHW achter de Maeslantkering is thans gelijk aan NAP + 3,60 m (kans op overschrijding 1 x 10.000 jaar) . Uit de frequentie van voorkomen van hoge waterstanden in Hoek van Holland (zie bijlage 1) is af te leiden dat achter de kering in 2050 bij een zeespiegelstijging van 0,35 m, het niveau van NAP + 3,60 m gemiddeld circa 1x per 2720 jaar wordt overschreden. In 2070 (jaar dat de Maeslantkering zou worden vervangen) is dat bij een zeespiegelstijging van 0,55 m circa 1 x per 1225 jaar en in 2100 bij een stijging van de zeespiegel van 0,85 m gemiddeld circa 1 x 370 jaar.

Na het indertijd bekend raken dat de faalkans van de Maeslantkering, in plaats van 1 per 1000 sluitingen, 1 per 100 sluitingen bedraagt, werd tevens bekend dat niet aan de norm met betrekking tot overschrijding van MHW werd voldaan. Het gebied achter de kering zou zijn beveiligd tot circa NAP + 3,40 m ; dit niveau wordt gemiddeld circa 1 x per 5000 j overschreden. Het is de auteur van dit rapport niet bekend of nog steeds van deze situatie sprake is. Uitgaande van een niveau van NAP + 3,40 m zou dit niveau bij de eerder vermelde stijging van de zeespiegel in 2050 circa 1 x 1225 jaar worden overschreden, in 2070 circa 1x per 550 jaar en in 2100 circa 1x per 165 jaar.

Reeds in 2050 is er bij een stijging van de zeespiegel van 0,35 m, waar volgens het KNMI rekening mee moet worden gehouden, sprake van een onaanvaardbaar risico als geen dijkverhoging plaatsvindt; dit geldt te meer omdat Rotterdam en omgeving in 2050 bij de

nieuwe normstelling moet zijn beveiligd tegen een overstromingskans van 1:30.000 tot 1:100.000 jaar.

Indien men de Maeslantkering zou willen behouden, zou bij de huidige normstelling dijken zodanig moeten worden verhoogd en versterkt, dat het waterniveau van MHW te Rotterdam kan worden gekeerd (in 2050 NAP + 3,95 m; in 2100 NAP + 4,45 m). In dit geval hoeft men niet te sluiten bij NAP +3 m, maar kan men het niveau van sluiten mee laten groeien met de stijging van MHW. Dat betekent dat men de kering steeds 3 m boven gemiddeld zeeniveau sluit, waardoor de frequentie van sluiting gelijk blijft aan die in de huidige situatie, n.l. circa 1 x per 10 jaar.

Bij de nieuwe normstelling, gebaseerd op overstromingskansen, zullen waarschijnlijk veel dijken verder moeten worden verhoogd en versterkt, tenzij specifieke maatregelen worden getroffen (zie onder meer hoofdstuk 3 van dit rapport). Met betrekking tot de consequenties van de nieuwe normstelling is dus nog weinig bekend. Wel is bekend dat bij behoud van de Maeslantkering, waarbij MHW achter de kering slechts 1 x per 100.000 jaar zou mogen worden overschreden, MHW in 2100 zou toenemen van NAP +4,45 m naar NAP +4,90 m (bron afkomstig van Spaargaren). De hoogte van dijken achter de kering zou dan ruim 5m boven NAP moeten zijn.

Tevens werd nagegaan wat in principe met een snel sluitende dubbele kering met zeer geringe faalkans zou kunnen worden bereikt. Mogelijk dat men met een dergelijke kering de faalkans van een sluis zou kunnen benaderen. In principe blijft een sluis veiliger, onder meer omdat bij een verkeerde voorspelling van de waterhoogte te Rotterdam, beide keringen open blijven, terwijl ze wel hadden moeten sluiten. Tevens moet men rekening houden met de mogelijkheid dat de kering bij een sluiting dusdanige averij oploopt, dat herstel op korte termijn niet mogelijk is, hetgeen in principe een ramp kan veroorzaken.

Indien men dijken niet verhoogt, zal men ook bij een dubbele kering moeten blijven sluiten bij NAP +3m en zal de frequentie van sluiten, evenals bij de Maeslantkering, toenemen bij het stijgen van de zeespiegel. Voor de scheepvaart is dit een weinig aantrekkelijk alternatief. Ook hier geldt echter dat men de sluitfrequentie van de dubbele kering gelijk kan houden aan de huidige sluitfrequentie (1 x per 10 jaar). Men moet dan sluiten bij een te verwachten waterstand te Rotterdam van 3 m boven gemiddeld zeeniveau. In 2100 sluit men dan bij NAP + 3,85 m (bij stijging zeespiegel van 0,85 m). Hieruit blijkt dat ook bij een dubbele kering dijken moeten worden verhoogd indien men de sluitfrequentie van de kering van circa 1 x per 10 jaar wil behouden.

De dijkhoogte achter de dubbele kering zou dan in 2100 ruim 4 m boven NAP moeten worden; zoals hiervoor vermeld zou bij behoud van de Maeslantkering en uitgaande van een overschrijdingskans van MHW van 1:100.000 jaar, de hoogte van dijken achter de Maeslantkering ruim 5 m boven NAP moeten zijn.

Inmiddels zijn de nodige plannen ontwikkeld (zie hoofdstuk 3) om de Maeslantkering te vervangen door een sluisencomplex. Tegelijkertijd zal dan moeten worden beslist dat de Hartelkering moet worden vervangen door een sluis; de Maeslantkering en de Hartelkering vormen samen de Europoortkering. De binnenvaartschepen zullen dan met name gebruik maken van de sluis in het Hartelkanaal; kleine zeeschepen zullen gebruik maken van de zeeluis in de Nieuwe Waterweg op weg naar het Botlekgebied, Pernis en Moerdijk en vice-versa.

De faalkans van een sluis is vrijwel nihil, waardoor MHW achter sluis veel lager wordt dan bij de huidige Maeslantkering. Hier wordt in hoofdstuk 3 uitvoerig op teruggekomen. Door de bouw van een sluis kan tevens de zoetwatervoorziening worden gewaarborgd. Tot op heden bestaan er bij Rotterdam echter grote bezwaren tegen de bouw van sluizen in verband met belemmering van de scheepvaart.

Op grond van het voorgaande kan de voorlopige conclusie worden getrokken dat, mocht men de bouw van sluizen in de Nieuwe Waterweg afwijzen (en de Haringvlietsluizen in de toekomst willen behouden, zie hoofdstukken 6 en 7) , de keuze om over te gaan naar een snel sluitende dubbele kering dan mogelijk een oplossing is. De veiligheid van een (dubbele) kering zal echter altijd geringer zijn dan die van een sluis, terwijl noch bij enkelvoudige, noch bij dubbele kering de zoetwatervoorziening wordt gewaarborgd. Gezien mogelijk grote veranderingen op klimaatgebied in Europa, wordt hier in het volgend hoofdstuk nader op teruggekomen.

Inmiddels zijn er voorstanders van het te zijner tijd buitengebruik stellen van de Maeslantkering om de zee weer meer toegang te geven tot het Rivierengebied (zie hoofdstuk 6 en 7). Zonder Maeslantkering zouden bij een overstromingskans van 1:10.000 jaar, de dijkhoogten moeten worden afgestemd op maximale rivierdebieten en een hoogste zeestand van circa NAP +5m ; in 2100 mogelijk NAP +6m. Indien in 2100 bij een zeespiegelstijging van 1 m de kust en delen van Rotterdam zouden moeten worden beschermd tegen een overstromingskans van 1:100.000 jaar, dan hoort daar een hoogste zeestand bij van circa NAP +6,75 m (verkregen via extrapolatie van zeestanden, vermeld in de bijlage 1).

Uit het voorgaande kan de conclusie worden getrokken dat bij een geheel open Nieuwe Waterweg (geen Maeslantkering) hogere dijken zijn vereist dan bij behoud van de Maeslantkering, terwijl bij een dubbele kering een geringere dijkverhoging is vereist dan bij behoud van de Maeslantkering. Sluizen vergen echter de geringste dijkverhoging, mede omdat de faalkans van een sluis nihil is.

In alle gevallen blijft dijkverhoging in stedelijk gebied complex en kostbaar en vergt veel tijd om het te realiseren. In hoofdstuk 3 wordt nader ingegaan op mogelijkheden om dijkverhoging in stedelijk gebied zoveel mogelijk te beperken.

Hoofdstuk 3

Bestaande plannen voor het zo goed mogelijk waarborgen van waterveiligheid en zoetwatervoorziening

3.1. Inleiding

Hoewel de overheid geen lange termijnplannen heeft ontwikkeld voor het Rivierengebied, is men veelal van mening dat het probleem van zeespiegelstijging moet worden opgelost door rivierdijken te verhogen. In het Benedenrivierengebied zal dan de verhoging van de dijken globaal gelijk zijn aan de stijging van de zeespiegel; hoe meer bovenstrooms in het Bovenrivierengebied, hoe minder de dijken moeten worden verhoogd (verhoging op basis van de stuwkromme en wettelijke normen). In principe is die gedachte niet onjuist, maar in de praktijk blijken de problemen complex en zouden meerdere mogelijkheden moeten worden afgetast om de problemen tijdig op te lossen tegen zo gering mogelijke kosten.

Inmiddels zijn er op basis van particulier initiatief meerdere plannen (Plan Beaufort, Plan Haakse Zeedijk en Plan Spaargaren) ontwikkeld voor mogelijke oplossingen op de middellange en lange termijn. Genoemde plannen hebben gemeen dat de Maeslantkering zou moeten worden vervangen door sluizen voor het verkrijgen van een optimale waterveiligheid en het zo goed mogelijk waarborgen van de zoetwatervoorziening. Zowel het waarborgen van de waterveiligheid als het waarborgen van de zoetwatervoorziening hebben prioriteit in het Regeringsbeleid.

Daar de faalkans van een sluis vrijwel nihil is, is MHW achter de sluis aanzienlijk geringer dan achter de Maeslantkering, waardoor noodzakelijke dijkverhoging in stedelijk gebied voorlopig wordt beperkt. Hiermee wordt de basis gelegd voor het verkrijgen van een optimale waterveiligheid.

Door afdamming van de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal en de bouw van sluizen wordt tevens de basis gelegd voor het zo goed mogelijk waarborgen van de zoetwatervoorziening. Het zo goed mogelijk waarborgen van de zoetwatervoorziening is van groot belang omdat klimaatmodellen (KNMI) voorspellen dat rekening moet worden gehouden met langdurige extreem droge perioden in Nederland (en delen van Europa) en een verlaging van de minimale afvoer van de Rijn in 2100 naar 700 m³/s (of mogelijk nog minder).

Bij een stijging van de zeespiegel en een verlaging van het minimale debiet van Rijn en Maas, zal de zouttong (zoutwatergrens) zich steeds verder landinwaarts bewegen en zal de verzilting van rivierwater en de verzilting van de polder verder toenemen. Dit proces kan worden gestopt door afdamming van de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal en de bouw van sluizen en beheersing van de afvoer door middel van de Haringvlietssluzen.

Uit de rivieren kan dan, ook in droge perioden, zoet water in de polders worden ingelaten en kan het polderwater worden doorgespoeld om verzilting ten gevolge van zoute kwel tegen te gaan. Op deze wijze is de zoetwatervoorziening voor land- en tuinbouw ook in droge perioden zo goed mogelijk gewaarborgd, evenals de voorziening van drink- en industriewater. Tevens ontstaat door afsluiting van de Nieuwe Waterweg (sluizen) in principe de mogelijkheid om over grote voorraden zoetwater te kunnen beschikken in de Zuidwestelijke Delta.

In dit kader moet de kanttekening worden gemaakt dat door schutverliezen van sluizen toch nog verzilting van het oppervlakte water kan plaatsvinden. Zowel bij IJmuiden als bij Terneuzen verplaatst zoutwater zich onderin de kanalen ver landinwaarts. Dat zou zonder verdere maatregelen, ook bij schutsluizen in de Nieuwe Waterweg het geval kunnen zijn. In het kader van waarborging van de zoetwatervoorziening verdient dit punt nadere aandacht.

Vanzelfsprekend zal ook na afdamming van de Nieuwe Waterweg rivierwater via het Haringvliet op zee worden geloosd en is er in principe dus een groot jaarlijks overschot aan zoet water. Bij toename van langdurige droge perioden is nader onderzoek gewenst op welke wijze men met name hooggelegen gronden hiermee van water zou kunnen voorzien. Zo zou het bijvoorbeeld de moeite waard kunnen zijn om na te gaan of via het Twente Kanaal (en andere kanalen) geen water vanuit de IJssel kan worden getransporteerd naar hoge gronden voor berging in grond- en oppervlaktewater. Mogelijk zou op deze wijze de grote droogteschade in 2018 kunnen zijn beperkt. Vanzelfsprekend kan transport van water vanuit de IJssel alleen plaatsvinden bij zodanige debieten dat overtollig water zou moeten worden geloosd op de Waddenzee.

De geringe rivierdebieten leveren in de huidige situatie niet alleen een probleem op bij de zoetwatervoorziening, maar vormen ook een ernstige bedreiging voor de scheepvaart. De bevaarbaarheid van Nederrijn en Lek is reeds gewaarborgd door stuwen en sluizen. Om die reden zijn te zijner tijd mogelijk ook stuwen en sluizen nodig in onder meer de IJssel en de Waal. Ook de zoetwatervoorziening zou hierbij gebaat kunnen zijn.

Bij genoemde drie plannen wordt rekening gehouden met een hoogwatergolf met een top van $20.000 \text{ m}^3/\text{s}$, met een herhalingsdij van gemiddeld 1 x per 1250 jaar. Dit debiet is gebaseerd op een Maatgevende Afvoer in 2100 van $18000 \text{ m}^3/\text{s}$ te Lobith minus de afvoer van de IJssel plus de afvoer van de Maas. Uit literatuurgegevens blijkt dat een dergelijke hoogwatergolf bij benadering gedurende 16 dagen meer dan $10.000 \text{ m}^3/\text{s}$ afvoert, waarvan 6 dagen meer dan $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$, 4 dagen meer dan $18.000 \text{ m}^3/\text{s}$ en 3 dagen meer dan $19.000 \text{ m}^3/\text{s}$.

Voor alle plannen geldt dat bij verhoging van de maatgevende afvoer te Lobith van $16.000 \text{ m}^3/\text{s}$ naar $18.000 \text{ m}^3/\text{s}$ (jaar 2100), het maximaal toegestaan debiet van Nederrijn en Lek niet verder mag toenemen (reeds door de overheid besloten). Bij benadering zal dan 2/9 van $2000 \text{ m}^3/\text{s}$ extra door de IJssel en de Waal of geheel door de Waal moeten worden afgevoerd; zie verder Hoofdstuk 3.2.

3.2 Bespreking Plan Beaufort

Plan Beaufort (figuur 1) is reeds lang geleden ontwikkeld binnen Rijkswaterstaat (Watersnelweg Waal; 2003 en later verder uitgewerkt als Plan Beaufort (2010, 2014). Het Plan Beaufort heeft globaal een tijdshorizont tot het jaar 2100 met een mogelijke zeespiegelstijging van 1 m. Tevens wordt er zicht gegeven op de gevolgen van een mogelijke verdere stijging van de zeespiegel met daaraan verbonden consequenties en mogelijke oplossingen.

De Maeslantkering wordt in principe vervangen door sluizen; mocht dit door de politiek worden afgewezen, dan zou een snel sluitende dubbele kering de problemen met betrekking tot veiligheid en scheepvaart mogelijk kunnen oplossen (zie hoofdstuk 2). Elke kering heeft echter als bezwaar dat geen fundamentele oplossing wordt geboden voor de waarborging van de zoetwatervoorziening.

Door de vervanging van de Maeslantkering (met faalkans van 1:100 sluitingen) door een sluis, is in 2100 MHW achter de sluis $0,85 \text{ m}$ lager dan in het geval de Maeslantkering nog in werking zou zijn (MHW achter de Maeslantkering is in 2000 gelijk aan MHW achter de sluis in 2100 = NAP +3,60 m).

Het Plan Beaufort voorziet verder in keringen in het Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede. Bij hoge waterstanden in het Hollandsdiep en Haringvliet, die Rotterdam en Drechtsteden bedreigen, worden deze keringen gesloten (gebied wordt tijdelijk "ingepolderd"). Verhoging van dijken in stedelijk gebied behoeft voorlopig dan niet of slechts in beperkte mate plaats te vinden. De afvoer van de Rijn (met uitzondering van de IJssel) wordt via het Haringvliet geloosd op de Noordzee (Watersnelweg Waal).

De afvoer van de Lek komt echter uit in het tijdelijk ingepolderd gebied. De toevoer naar de Nederrijn vanuit het Pannerdens kanaal moet daarom kunnen worden beperkt of afgesloten door middel van een "kraan"; de reeds aanwezige stuwen zorgen ervoor dat Nederrijn en Lek niet leeglopen en scheepvaart mogelijk blijft.

Bij een debiet van 12.000 m³/s te Lobith, zou bij afsluiting van Nederrijn en Lek $\frac{2}{9} \times 12.000$ m³/s (= 2666 m³/s) extra door de Waal moeten worden afgevoerd, waardoor de totale afvoer door de Waal gelijk wordt aan $\frac{2}{3} \times 12.000$ m³/s + 2666 m³/s = 10.666 m³/s. Deze afvoer is gelijk aan de huidige maximale afvoer van de Waal ($\frac{2}{3} \times 16.000$ m³/s).

In werkelijkheid zou ten tijde van “tijdelijke inpoldering” van het gebied Rotterdam en Drechtsteden, de afvoer bij Lobith echter meer kunnen bedragen dan 12000 m³/s. Bij een maximaal debiet van 16.000 m³/s bij Lobith en een omleiding van de gehele afvoer van Nederrijn/Lek via de Waal, zou de benodigde afvoercapaciteit van de Waal gelijk zijn aan $\frac{2}{3} \times 16000$ m³/s + $\frac{2}{9} \times 16.000$ m³/s = 14.222 m³/s. De benodigde afvoercapaciteit van de IJssel is dan 1778 m³/s.

In 2100, bij een maximale afvoer van 18000 m³/s te Lobith, zal de afvoercapaciteit van de Waal (volgens Plan Beaufort) verder met 2000 m³/s worden vergroot (Watersnelweg Waal). De maximale afvoer van de IJssel wordt in 2100 dus niet vergroot en blijft dus 1778 m³/s. Uitgaande van zojuist genoemde 14222 m³/s, zou de afvoercapaciteit van de Waal dan moeten worden vergroot tot 16222 m³/s.

In Plan Beaufort is niet alleen een “kraan” gepland om de toevoer naar de Nederrijn te regelen, maar is ook een “kraan” gepland voor regulering van de toevoer van de IJssel naar het IJsselmeer, waardoor pompen bij de afsluitdijk kan worden beperkt. Uit technische overwegingen is aan begin van het Pannerdens kanaal eveneens een “kraan” (verdeelwerk) gepland.

Met gebruik van hiervoor vermelde kunstwerken is het mogelijk dijkverhoging in Rotterdam en Drechtsteden voorlopig te beperken of geheel te voorkomen. Tevens kunnen de “kranen” in het Pannerdens kanaal worden gebruikt bij calamiteiten, bij voorbeeld bij een dreigende dijkdoorbraak bij Nederrijn of Lek, door de afvoer hiervan (voor zover mogelijk) om te leiden via de Waal.

Uit het bovenstaande blijkt dat Plan Beaufort een grote verruiming van de afvoercapaciteit van de Waal inhoudt. De uitvoering ervan zal complex en kostbaar zijn. Hierbij moet echter direct worden opgemerkt dat, uitgaande van een maximaal debiet bij Lobith van 18.000 m³/s in 2100, een verruiming van de afvoercapaciteit van de Waal altijd noodzakelijk is. Een dergelijke verruiming kan in principe op verschillende manieren tot stand worden gebracht. Op welke wijze men een dergelijke verruiming denkt te realiseren, is nog niet bekend en zal nog nadere studie vergen.

In een groot deel van het Benedenrivierengebied kan in de huidige situatie MHW worden overschreden bij hoge zeestanden (gesloten stormvloedkeringen) en afvoeren van de Rijn bij Lobith van 7000-10.000 m³/s (berekend met een stormopzetduur van 29 uur, waarbij MHW, afhankelijk van de locatie, 1 x per 2000 jaar tot 1 x per 4000 jaar mag worden overschreden). Indien men uitgaat van een veiliger aanname met een stormopzetduur van 40 uur, ontstaan bij geringere debieten reeds kritieke situaties met kans op overstromingen. De oorzaak van het probleem is gelegen in het geringe waterbergend vermogen van het riviersysteem.

In Plan Beaufort wordt dit overstromingsgevaar vergaand gereduceerd door de afvoer van de Rijn (minus de afvoer van de IJssel) via de Waal, Merwede, Hollands Diep en het Haringvliet (“Watersnelweg Waal”), evenals de afvoer van de Maas, naar de Noordzee ook bij de hoogste

zeestanden (thans circa 5 m boven NAP) en maximale rivierdebieten mogelijk te maken. Bergingscapaciteit is dan niet meer nodig.

De dijken langs de "Watersnelweg Waal" moeten daarbij zodanig worden verhoogd (en versterkt) dat bij de Haringvlietsluizen de waterstand in het Haringvliet tot tenminste NAP +5,5 m mag oplopen (anno 2000). Via de Haringvlietsluizen kan dan ook bij een zeestand van NAP + 5 m (zeestand waar thans rekening mee wordt gehouden, met een herhalingstijd van 1x per 10.000 jaar) nog steeds op zee worden geloosd. De stuwkromme van de "watersnelweg Waal" zal voor 2100 moeten worden berekend voor het maximaal debiet (ruim 16.000 m³/s) plus de afvoer van de Maas en een maximale zeestand van NAP +6m (herhalingstijd 1x per10.000 jaar).

Indien men uitgaat van een maximale zeestand met een herhalingstijd van 1 x 100.000 jaar, dan moet anno 2000 reeds rekening worden gehouden met een niveau van NAP = + 5,75 m; bij een zeespiegelstijging van 1 m in 2100, NAP +6,75 m (zie bijlage 1).

Modelberekeningen zijn nodig om de vereiste dijkhoogtes langs de "Watersnelweg Waal" vast te stellen bij maximale rivierdebieten en bij een stijgende zeespiegel met de daaraan verbonden consequenties. Bij deze modelberekeningen zijn de te nemen maatregelen om de afvoercapaciteit van de Waal te vergroten verdisconteerd. De dijken langs de "Watersnelweg Waal" moeten mogelijk tot ver in het Bovenrivierengebied worden verhoogd. Vanzelfsprekend moeten ook de dijken langs de Maas worden opgehoogd.

De genoemde keringen in Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede, moeten berekend zijn om het water te keren bij genoemde maximale waterstanden in het Haringvliet. De Haringvlietsluizen behouden hun functie met betrekking tot het tegengaan van verzilting, uitgaande van het idee dat de sluisen de hogere zeestand kunnen weerstaan en dat renovatie economisch verantwoord is.

Uitvoering van Plan Beaufort kost tijd, gezien de te realiseren kunstwerken, de vergroting van de afvoercapaciteit van de Waal en de omvang van de noodzakelijke dijkverhogingen. Zojuist geschetst beeld van de "Watersnelweg Waal" houdt tevens in dat bijvoorbeeld bruggen omhoog moeten om de vereiste doorvaarthoogtes te handhaven en sluisen moeten worden aangepast.

Hoe sneller de stijging van de zeespiegel, hoe groter het probleem met de praktische haalbaarheid van Plan Beaufort. Nader onderzoek op dit punt lijkt noodzakelijk. Tegelijkertijd moet worden opgemerkt dat bij Plan Beaufort dijken langs IJssel en Nederrijn en Lek niet verder behoeven te worden verhoogd en in principe ook geen complexe en kostbare dijkverhoging plaatsvindt in het stedelijk gebied van Rotterdam en Drechtsteden.

In dit rapport komen ook andere mogelijkheden ter sprake, waarbij noodzakelijke verhoging voor alle dijken in het rivierengebied met aanpassing van bruggen en kustwerken is gerelateerd aan de zeespiegelstijging. Verschillende varianten zijn hierbij echter denkbaar, namelijk varianten met een geheel open of gesloten Rijnmond en een Zuidwestelijke Delta, die geheel of gedeeltelijk open of geheel gesloten is. Waarschijnlijk is de praktische haalbaarheid van sommige varianten een nog groter probleem dan de uitvoering van Plan Beaufort.

Zoals reeds werd vermeld, hangt de veiligheid van het tijdelijk "ingepolderd gebied" mede af van de keringen in het Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede. Het Plan Beaufort vermeldt geen gegevens met betrekking tot de faalkans van deze keringen. Gezien de problemen met de Maeslantkering, lijkt nader onderzoek op dit punt noodzakelijk.

Naarmate de zeespiegel verder stijgt, zal ook het water in de rivieren verder stijgen en zullen de keringen in het Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede steeds frequenter moeten worden gesloten. Door de relatief lange duur van een hoogwatergolf zullen de keringen bij een verder stijgende zeespiegel mogelijk ook gedurende langere tijd moeten worden gesloten en zou de scheepvaart steeds meer kunnen worden beperkt. Daar Plan Beaufort beoogt zoveel mogelijk water via de Waal af te voeren om het vervolgens ook bij de hoogste zeestanden in zee te kunnen lozen, vraagt dit systeem nadere aandacht.

De oplossing zou kunnen worden gezocht in dijkverhoging in stedelijk gebied (tijdelijk ingepolderd gebied), waarbij dijkverhoging gelijk op zou gaan met de stijging van de zeespiegel. Gezien de kosten en complexiteit van dijkverhoging in stedelijk gebied, zou echter een belangrijke doelstelling van de "tijdelijk inpoldering", namelijk geen of slechts een beperkte dijkverhoging in dit stedelijk gebied, verloren gaan. Daarom zou nader onderzoek moeten worden verricht naar het systeem van "tijdelijke inpoldering" en moeten worden bezien of de "tijdelijke inpoldering" van het gebied van Rotterdam en Drechtsteden te zijner tijd niet beter kan worden omgezet in een permanente inpoldering van het betreffende gebied door de drie keringen te vervangen door sluisen.

Een tussenoplossing zou kunnen zijn om betreffende keringen direct te combineren met een sluis (mits de faalkans van de betreffende keringen aan gestelde eisen voldoet). De in dit kader te nemen beslissingen zullen mede afhangen van de snelheid, waarmee de zeespiegel stijgt. Gezien het relatief geringe belang van de scheepvaart in het Spui, zal met name de aandacht moeten worden gevestigd op tijdelijke (keringen) of permanente afsluiting (sluisen) van Dordtse Kil en Beneden Merwede.

Mocht "tijdelijke inpoldering" een "permanente inpoldering" worden, dan zou de afvoer van Neder-Rijn en Lek via de Waal moeten plaatsvinden. De benodigde afvoercapaciteit van de Waal zou dan in 2100 ruim 16000 m³/s moeten bedragen. In het rapport van de Deltacommissie 2008 wordt de mogelijkheid vermeld om de Lek via een gegraven verbinding ten Westen van het Merwedekanaal uit te laten monden in de Merwede.

Men zou de afvoer van de Lek ook geheel of gedeeltelijk kunnen laten uitstromen in het ingepolderd gebied. Met behulp van spuisluisen zou overtollig water kunnen worden geloosd; bij de sluis in de Nieuwe Waterweg zal een spuisluis worden gebouwd. Tevens zou een groot gemaal in de Nieuwe Waterweg (zie Plan Spaargaren) water uit het permanent ingepolderd gebied naar zee kunnen pompen (voor zover vrije lozing niet mogelijk is). Het lijkt gewenst dat onderzoek wordt verricht naar de haalbaarheid van de diverse mogelijkheden.

Zoals reeds vermeld, geeft Plan Beaufort een alternatief voor afdamming van de Nieuwe Waterweg met een sluisencomplex, namelijk een snel sluitende dubbele kering met zeer geringe faalkans. In hoofdstuk 2 werd deze mogelijkheid nader weergegeven. Hieruit blijkt dat met een dubbele kering de scheepvaart niet meer hoeft te worden gehinderd dan thans met de Maeslantkering het geval is (sluiting gemiddeld 1 x per 10 jaar). Ook bij een dubbele kering is echter niet aan dijkverhoging in stedelijk gebied te ontkomen; dijkverhoging moet

hierbij gelijk zijn aan de stijging van de zeespiegel. Genoemde dijkverhoging is echter gering in vergelijking met bijvoorbeeld een geheel open systeem.

Mocht blijken dat de keringen in het Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede moeten worden vervangen door sluizen, dan zal ook de Nieuwe Waterweg van een sluis moeten worden voorzien.

3.3 Bespreking Plan Haakse Zeedijk

Het Plan Haakse Zeedijk (figuur 2) heeft een tijdshorizont van eeuwen. Het Plan Haakse Zeedijk beoogt de Zuidwestelijke Delta, het Rivierengebied en de kust van Zeeland, Zuid- en Noord Holland te beschermen bij een stijgende zeespiegel en de zoetwaterhuishouding te waarborgen.

In het Plan Haakse Zeedijk zijn drie bekkens als bergingsreservoirs voor de kust gepland, omringd door de Haakse zeedijk. De Haakse Zeedijk bestaat uit een hoge brede dijk van opgespoten zand circa 25 km uit de kust. Om de dijk veilig te houden en zandsuppletie te beperken worden aan de zeezijde van de dijk grote drijvende golfdempers aangebracht. De toegang tot de havens van Rotterdam (Nieuwe Waterweg) en Amsterdam (Noordzeekanaal) vormen de scheiding tussen de bekkens. Rijn en Maas (met uitzondering van de IJssel) worden via het Haringvliet afgevoerd naar het Zuidelijk bekken. Het Noordelijk bekken ligt tussen IJmuiden en Den Helder.

Nader onderzoek moet aantonen dat het ontwerp van de Haakse Zeedijk met het gebruik van golfdempers een veilige constructie oplevert, waarbij de benodigde zandsuppletie bij een sterk stijgende zeespiegel beperkt is. Daarbij komt de vraag naar voren wat de beste manier zou zijn om de huidige kust te beschermen bij een stijgende zeespiegel; tot hoelang kunnen de huidige zandsuppleties hierop het antwoord zijn? Zie tevens bijlage 4.

Thans wordt de kust van Zeeland, Zuid- en Noord Holland veilig gehouden door het jaarlijks suppleren van zand en men verwacht dat deze methode van kustverdediging voorlopig kan worden gecontinueerd. Bij een stijgende zeespiegel neemt de benodigde hoeveelheid zand voor suppletie echter steeds verder toe (bij 4 m stijging 160 miljoen m³/j, hetgeen 13 x zoveel is als de huidige hoeveelheid, die jaarlijks wordt gesuppleerd). Het is daarom van groot belang om onderzoek te verrichten naar alternatieven.

Het Plan Haakse Zeedijk zou op dit punt een alternatief kunnen zijn. In principe zouden de golfdempers echter ook voor de huidige kust kunnen worden gelegd, dus zonder de aanleg van de Haakse Zeedijk. In Plan Beaufort wordt in dit kader onder meer de bouw van 500 m lange strekdammen (loodrecht op de kust) voorgesteld, waardoor er een geringere zandsuppletie nodig zou zijn.

Onafhankelijk van de vraag of de constructie van de Haakse Zeedijk met golfdempers aan te stellen eisen voldoet, lijkt de aanleg van een grote dijk in zee in principe mogelijk.

Het belang van het Plan Haakse Zeedijk is in elk geval ook gelegen in het creëren van bergingscapaciteit voor de kust, waardoor rivierdijken niet of slechts in beperkte mate moeten worden verhoogd en risico's met betrekking tot overstromingen sterk zouden kunnen worden beperkt. Het Plan voor de Haakse Zeedijk beoogt dus niet alleen de kust te verdedigen, maar ook overstromingen in het Rivierengebied te voorkomen.

Ten aanzien van het feit dat rivierdijken niet of slechts in beperkte mate behoeven te worden opgehoogd, moet worden opgemerkt dat door zetting van de ondergrond de dijk wel op het vereiste niveau moet worden gehouden om de zetting ongedaan te maken. Dit proces van zetting en op niveau houden van de dijkhoogte valt in dit rapport niet onder het begrip "ophogen".

Ook bij het Plan Haakse Zeedijk wordt de Maeslantkering vervangen door een sluis en wordt de zoetwatervoorziening in principe gewaarborgd.

In deze rapportage wordt in eerste instantie het gebruik van het Zuidelijk bekken als bergingsreservoir in ogenschouw genomen. Op de mogelijke functie van de twee andere bekkens in de toekomst wordt echter nog teruggekomen (Hoofdstuk 3.3a). Het hieronder geschetste beeld kan op meerdere punten afwijken van het oorspronkelijk Plan Haakse Zeedijk.

Het Zuidelijk bekken begint bij Walcheren en eindigt bij de Maasvlakte. De afvoer via het Haringvliet mondt uit in dit Zuidelijk bekken. Het bekken wordt voorzien van grote spuisluizen. De Haringvlietsluizen worden voor beveiliging tegen hoogwater dan overbodig.

Gestreefd wordt om het waterpeil van het bekken zoveel mogelijk op NAP (of lager) te houden. Het bekken wordt "ververst" met zeewater, zodat het bekken brak water zal bevatten en dus niet tot de zoetwatervoorraad gerekend kan worden. Of de inlaat van zout water echt nodig is, zou nader onderzocht moeten worden. In dit rapport wordt uitgegaan van een situatie, waarbij geen "verversing" plaatsvindt.

Omdat het plan beoogt de dijken in het Benedenriviergebied niet of slechts in beperkte mate te verhogen, wordt aangenomen dat MHW Haringvliet (in 2000 = NAP + 2,60 m) niet mag worden overschreden en wordt voor het maximale waterpeil in het bekken NAP + 2,50 m aangehouden.

Uit een globale inventarisatie, rekening houdend met bestaande vaarroutes en ankergebieden, een zone voor het kustverkeer, aanwezige kabels en geplande windmolenparken, blijkt dat voor de kust mogelijk een Zuidbekken zou kunnen worden aangelegd met een oppervlak van 1100 km². Dit bekken heeft een wat andere ligging dan bij het Plan Haakse zeedijk wordt weergegeven. Met een mogelijke berging op de Oosterschelde (350 km²) werd hierbij geen rekening gehouden, omdat niet bekend is welke functie de Oosterschelde krijgt toebedeeld na een mogelijke stijging van de zeespiegel in 2100 van 1m. Mocht de Oosterschelde te zijner tijd mede als berging kunnen functioneren, dan heeft dit een positief effect op het betreffende plan (zie hoofdstuk 3.3a).

De bergingscapaciteit van het Zuidbekken (1100 km²) bedraagt $2,75 \times 10^9$ m³. De berekeningen werden uitgevoerd, met een bergingscapaciteit van $2,8 \times 10^9$ m³. Ook met berging op het Haringvliet en omringende wateren, evenals de berging op het Volkerak en Zoommeer werd in de berekeningen in feite niet meegenomen; er werd dus gerekend met een zeer conservatieve aanname voor de bergingscapaciteit. De grootte van de bergingscapaciteit zal uiteindelijk afhangen van de inrichting van de Zuidwestelijke Delta, hetgeen onderdeel is van het in dit rapport voorgesteld onderzoek (zie hoofdstuk 6 en 7).

Bij de verdere beschouwing werd uitgegaan van een maximaal debiet van 20.000 m³/s dat het bekken instroomt. Genoemde 20.000 m³/s is de top van een hoogwatergolf, waarbij

gedurende 16 dagen meer dan 10.000 m³/s wordt afgevoerd, waarvan 6 dagen meer dan 16.000 m³/s, 4 dagen meer dan 18.000 m³/s en 3 dagen meer dan 19.000 m³/s. De vereiste spuicapaciteit per dag zal daarom de maximale instroom per dag (1,7 x 10⁹ m³/dag) benaderen.

De beste locatie voor de spuisluizen zou zijn in de omgeving van Vlissingen, omdat daar bij de Nederlandse kust de zeestand bij eb het laagst is. Globaal kan daarbij volgens de getijkromme voor Vlissingen in de huidige situatie worden gerekend op een ebstand tussen NAP -1,5 m en NAP -2,0 m en een vloedstand van circa NAP + 2,5 m; die vloedstand is gelijk aan het maximum peil van het bekken. Daar alleen kan worden geloosd bij relatief lage zeestanden, zal genoemde 1,7 x 10⁹ m³ in minder dan 24 uur door de spuisluizen moeten worden geloosd.

Men moet er rekening mee houden dat eb- en vloedstanden kunnen veranderen door de aanleg van het Zuidbekken. Een mogelijke afsluiting van de Westerschelde in de toekomst zou eveneens effect kunnen hebben op eb- en vloedstanden.

De hiervoor weergegeven hoogwatergolf met een top van 20.000 m³/s is gemiddeld slechts één maal per circa 1250 jaar te verwachten en de kans dat dit samengaat met hoge zeestanden en gesloten stormvloedkeringen is niet groot. Daar men bij de huidige normstelling voor de kust en een deel van Rotterdam uitgaat van een toegelaten overstromingskans van 1 x per 100.000 jaar, is het samenvallen van zo'n hoge afvoergolf en hoge zeestanden (gesloten stormvloedkeringen) echter een kans waar men (in 100.000 j) rekening mee zou moeten houden, indien men een "robuust" systeem nastreeft.

Bij de berekeningen van MHW werd altijd uitgegaan van een stormopzet van 29 uren. Op basis van onderzoeksresultaten werd geadviseerd uit te gaan van een stormopzet van 40 uur. Op basis hiervan werd aangenomen dat bij een stormopzet van 40 uren rekening moet worden gehouden dat stormvloedkeringen mogelijk ook maximaal 40 uur gesloten moeten blijven.

Met een debiet van 20.000 m³/s is in 40 uur 2,8 x 10⁹ m³ water het bekken ingestroomd. Deze hoeveelheid is gelijk aan de bergingscapaciteit. Daarna zou door middel van spuisluizen bij laag water kunnen worden geloosd.

Onder extreme omstandigheden is het echter denkbaar dat met een langere stormopzetduur gerekend moet worden en sluisen langer dan 40 uur gesloten moeten blijven. Indien men hiermee rekening wil houden, zou men de bergingscapaciteit van het bekken kunnen vergroten door de basis ervan bijvoorbeeld op NAP – 0,5 m te handhaven en/of door extra bemalingscapaciteit te installeren. Op deze wijze zou men risico's verder kunnen inperken. Nader onderzoek op dit punt is gewenst.

Volgens de getijkromme kan voor het jaar 2000 voor Vlissingen worden uitgegaan van een ebstand (laagwaterstand bij doortij) van NAP – 1,5 m. Indien in 2100 de zeespiegel met een meter zou zijn gestegen, kan het bekken bij laag water nog steeds lozen. In latere jaren zal door een stijgende zeespiegel de lozingscapaciteit van de sluisen geringer worden en zal steeds meer water moeten worden uitgedrukt om het bekken op NAP te brengen en te houden. Na een stijging van de zeespiegel van 4 meter (gemiddelde zeestand NAP +4m), is het maximale bekkenpeil van NAP + 2,50 m gelijk aan het zeeniveau bij eb (doortij), met als resultaat dat geen vrije lozing meer kan plaatsvinden. De gehele afvoer van Rijn (exclusief afvoer via IJssel) en Maas zal dan moeten worden uitgedrukt.

Zoals reeds werd vermeld, wordt rekening gehouden met een maximaal debiet van 20.000 m³/s dat het bekken instroomt. Uit globale berekeningen blijkt echter dat, ten gevolge van de buffercapaciteit van het bekken (inhoud bekken = 2,8 x 10⁹ m³), de maximaal benodigde pompcapaciteit bij een opvoerhoogte van 4 m en geen door storm verhoogde zeestanden, bij benadering slechts 12.000 m³/s bedraagt. Het bekken wordt hierbij bij een beginstand van NAP langzaam gevuld tijdens de hoogwaterafvoergolf, waardoor de werkelijke opvoerhoogte afneemt en werkelijke pompcapaciteit toeneemt. Onder deze omstandigheden zou het maximaal benodigd vermogen dan circa 1060 MW bedragen (de moderne kolencentrale aan de Eemshaven heeft een vermogen van 1560 MW). Bij verdere stijging van de zeespiegel is per meter stijging een extra vermogen van circa 260 MW nodig.

Indien bij een gemiddelde zeestand van NAP +4m, rekening wordt gehouden met de mogelijkheid dat een hoogwaterafvoergolf samenvalt met ten gevolge van storm verhoogde zeestanden, is de benodigde gemaalcapaciteit groter. Uitgaande van een stormopzetduur van 2 dagen met een gemiddeld verhoogde zeestand van 3,3 m, is een maximale pompcapaciteit nodig van circa 14.000 m³/s bij een opvoerhoogte van 4 m met een benodigd vermogen van circa 1230 MW. Bij elke meter stijging van de zeespiegel is circa 310 MW extra vermogen vereist.

Zojuist vermelde gegevens met betrekking tot benodigd vermogen werden berekend op basis van gegevens van het gemaal IJmuiden. Dit gemaal kan 260 m³/s wegpompen bij een opvoerhoogte van 1,2 m. Het gemaal beschikt over 6 pompen met een totaal vermogen van 7 MW. Hieruit kan worden afgeleid dat voor het pompen van 1000 m³/s bij een opvoerhoogte van 1 m een vermogen nodig zou zijn van circa 22 MW.

Voor berekening van energieverbruik wordt uitgegaan van een gemiddeld debiet van 2500 m³/s gedurende het gehele jaar. Op basis van gegevens van het gemaal IJmuiden zou het energieverbruik bij een opvoerhoogte van 1 m dan gelijk zijn aan circa 500 miljoen kWh per jaar. Dat zou naar ruwe schatting 50 miljoen euro kosten. Bij stijging van de zeespiegel tot 4 m, zal de gemiddeld opvoerhoogte mogelijk circa 3m bedragen en zouden de energiekosten dan 150 miljoen euro per jaar kunnen zijn. Resultaten van zojuist vermelde berekeningen zijn slechts bedoeld om de orde van grootte vast te stellen.

Indien maximaal 20.000 m³/s in het bekken kan stromen tot een bekkenpeil dat NAP +2,5 m benadert, zou dit mogelijk een stuwkromme in onder meer het Haringvliet opleveren, waarbij de waterstanden hoger zijn dan de huidige waarden voor MHW. Rivierdijken zullen op grond hiervan dan éénmalig moeten worden opgehoogd; stijging van de zeespiegel leidt niet tot verdere verhoging van dijken. Tevens zou dit tot gevolg kunnen hebben dat bijvoorbeeld ook bruggen omhoog moeten om aan de vereiste doorvaarthoogte te voldoen. Nader onderzoek op dit punt is noodzakelijk.

Tevens wordt opgemerkt dat bij voorgaande beschouwing slechts een globaal beeld wordt geschetst, waarbij niet met alle factoren, die van belang kunnen zijn (bijvoorbeeld effecten van opwaaiing in het bekken of zware neerslag), rekening is gehouden.

Bij het opstellen van een Masterplan moet men er rekening mee houden dat in Duitsland genomen maatregelen ter beperking van overstromingsrisico's tot gevolg kunnen hebben dat te zijner tijd afvoer van de Rijn te Lobith groter zou kunnen worden dan 18.000 m³/s.

Vanzelfsprekend zou dit grote consequenties hebben voor het afvoersysteem in Nederland en dus ook consequenties kunnen hebben voor het Plan Haakse Zeedijk.

Het Plan Haakse Zeedijk, waarbij langs de gehele kust drie bekkens zijn gepland met een streefpeil van NAP + 0 m, bewerkstelligt dat kwel en verzilting in West Nederland worden beperkt, evenals het risico van opdrukken van bodemlagen. Zelfs de drinkwatervoorziening uit de duinen, waar voorgezuiverd rivierwater wordt geïnfiltreerd, zou gebaat zijn door de aanleg van de betreffende bekkens. Nader onderzoek, ook met betrekking tot alternatieven om de kweldruk te doen verminderen, is noodzakelijk. De andere in dit rapport besproken plannen scoren niet op dit punt.

Tevens moet worden opgemerkt dat in het plan Haakse Zeedijk winning van energie (waaronder windmolens) gepland is. Hoe belangrijk ook, het doet in feite niet veel af aan bovenstaande beschouwing, zodat op dit punt niet nader zal worden ingegaan. Het plan Haakse zeedijk levert in feite een totaalplaatje van kosten, maar ook opbrengsten (huizenbouw, enz.). Ook hierop wordt in dit rapport niet nader ingegaan, omdat het voor het beoogde doel (nog) niet nodig is. In een later stadium kunnen dergelijke factoren echter doorslaggevend worden.

Het is echter van essentieel belang dat tenminste de eerste fase van mogelijke realisering van het Plan Haakse Zeedijk, n.l. de aanleg van het Zuidelijk bekken voor de kust ter verkrijging van een groot waterbergend vermogen, bij het voorgesteld onderzoek wordt betrokken. De resultaten daarvan kunnen richting geven aan de weg die al dan niet zou moeten worden ingeslagen om de waterveiligheid bij een stijgende zeespiegel in de toekomst zo goed mogelijk te waarborgen.

Er van uitgaande dat de aanleg van het Zuidbekken technisch mogelijk zal zijn en de kosten vergeleken met besparing op dijkverhogingen en zandsuppletie mogelijk positief uitpakken, dan zijn alle problemen nog niet opgelost. Problemen in het kader van de “ruimtelijke ordening” zijn te verwachten: planning en realisering van windmolenparken, ondergrondse kabels, vaarroutes en ankerplaatsen. Zoals reeds gemeld, toont globaal onderzoek aan dat mogelijk nog een Zuidbekken met een oppervlak van 1100 km² zou kunnen worden gerealiseerd. Men zou verwachten dat allerlei claims alleen maar zullen toenemen in de tijd. Dat laatste is mogelijk niet het geval, omdat het gebied, waar het bekken is gepland, geheel of grotendeels is aangewezen als Natura 2000 gebied. Ook deze problematiek zou bij het onderzoek moeten worden meegenomen.

Bij de aanleg van het Zuidbekken komt van Walcheren tot de Maasvlakte een zoet meer (of brak meer indien men het bekken zou verversen met zeewater) voor het huidige strand te liggen en wordt er in feite een nieuwe kust en strand langs de Haakse Zeedijk gecreëerd. Dat zal ongetwijfeld ook een punt van discussie opleveren. Tevens zal de huidige Oosterschelde met zijn getijden verdwijnen. Mogelijk dat dit ingepast zou kunnen worden in de plannen, die gemaakt moeten worden als de Oosterscheldekering door een snelle stijging van de zeespiegel zijn functie als stormvloedkering zou verliezen; zie hoofdstuk 7: Problemen bij Oosterscheldekering en Haringvlietsluizen bij zeespiegelstijging van 1m.

Zoals uit het voorgaande blijkt, wordt bij een stijgende zeespiegel de benodigde pompcapaciteit groter. Bij een stijging van de zeespiegel met 4 m moet het gehele rivierafvoer (maximaal 20.000 m³/s) worden uitgedompt. Afhankelijk van de situatie is hier bij benadering een pompcapaciteit van 12.000 – 14.000 m³/s bij een opvoerhoogte van 4 m voor nodig, met

een benodigd vermogen van circa 1000-1200 MW. In principe is dit technisch uitvoerbaar, maar dergelijke grote vermogens gaan gepaard met risico's. Risico's zullen waarschijnlijk toenemen bij toename van het benodigd vermogen. Stroomuitval of het niet tijdig beschikken over het benodigde vermogen kan in feite een overstroming veroorzaken.

In de huidige situatie gaat de levering van dergelijke grote vermogens uit het landelijke elektriciteitsnet, die slechts zelden nodig zijn, waarschijnlijk al gepaard met problemen. Door de transitie naar groene energie zal dit probleem waarschijnlijk worden vergroot, omdat windenergie en energie verkregen met behulp van zonnepanelen sterk variabel is, terwijl de vraag naar energie bij de betreffende pompsystemen eveneens sterk variabel is. Door de opslag van energie en een (tenminste Europees) net van hoogspanningskabels zullen de problemen hopelijk "beheersbaar" worden, maar risico's ten aanzien van de betreffende pompsystemen zullen in meer of mindere mate blijven bestaan. Onderzoek op dit punt is noodzakelijk (zie tevens Plan Spaargaren). Een grotere bergingscapaciteit zou deze risico's kunnen beperken.

3.3a Uitbreiding van bergingscapaciteit (Plan Haakse Zeedijk)

Zoals hiervoor werd vermeld, zouden volgens het Plan Haakse Zeedijk drie bekkens voor de kust worden aangelegd. Daar het Zuidbekken nog een zekere tijd (afhankelijk van de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt) kan functioneren zonder een noodzakelijke grote gemaalcapaciteit (lozing vindt voornamelijk plaats door middel van sluizen), lijkt er voorsnog geen dringende reden te bestaan voor de aanleg van de twee andere bekkens. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat verdediging van de kust door zandsuppletie voorlopig nog mogelijk is.

In de toekomst, bijvoorbeeld bij een stijging van de zeespiegel van 1- 2 m, zou de huidige zandsuppletie ter verdediging van de kust mogelijk reeds een probleem opleveren. Ook uit andere veiligheidsoverwegingen zouden twee en mogelijk zelfs alle drie bekkens van de Haakse Zeedijk (het derde bekken IJmuiden -Den Helder) tot één bekken kunnen worden omgevormd.

Indien drie bekkens tot één bekken worden omgevormd, zouden zeesluizen voor toegang naar Rotterdam en IJmuiden in de Haakse zeedijk (circa 20-25 km uit de kust) moeten worden gebouwd. Een deel van de dijk van het Zuidbekken dat aansluit bij de Maasvlakte zou dan gedeeltelijk moeten worden afgegraven om één groot bekken te realiseren. Hoewel het Plan Haakse Zeedijk voorziet in een afvoer van het IJsselmeer naar het derde bekken, lijkt daar geen dringende noodzaak voor te bestaan. Het grote bekken wordt dan voornamelijk gevoed door de afvoer van Rijn en Maas en een veel geringere afvoer van het Noordzeekanaal.

Uitgaande van een bekken van circa 3000 km², een hoogwatergolf met een top van 20.000 m³/s, een stijging van de zeespiegel met 4 m (geen vrije lozing meer mogelijk) en uitgaande van een basispeil van het bekken gelijk aan NAP, is de maximaal benodigde gemaalcapaciteit circa 8.000 m³/s met een maximaal benodigd vermogen van circa 700 MW, waarbij geen rekening werd gehouden met door storm verhoogde zeestanden. Deze waarden zijn beduidend lager dan werd berekend voor het Zuidbekken (maximaal 12.000 m³/s).

Indien tevens rekening wordt gehouden met verhoogde zeestanden ten gevolge van storm (2 dagen met een gemiddelde verhoging van 3.3 m) tijdens de hoogwaterafvoergolf, dan is een gemaalcapaciteit van circa 9.000 m³/s nodig met een benodigd vermogen van circa 800 MW.

Een groter bekken levert dus een beduidend geringere gemaalcapaciteit en een geringer benodigd vermogen op. Hierdoor is het risico geringer dan in het geval de berging van water tot het Zuidbekken beperkt blijft, omdat een stroomstoring of het niet tijdig beschikken over voldoende vermogen, minder snel tot een calamiteit leidt.

Indien een dergelijk bekken van circa 3000 km² zou worden gerealiseerd, zouden de havens van Rotterdam en Amsterdam (IJmuiden) dus achter sluizen komen te liggen in de Haakse Zeedijk. In de huidige tijd zou dit geen optie zijn, maar dat wordt anders bij een zeespiegelstijging van 1- 2 m.

Rekening houdend met een toelaatbare overstromingskans van 1:100.000 jaar, zou men bij een zeespiegelstijging van 2 m rekening moeten houden met een maximale zeestand van circa NAP + 7,75 m (Hoek van Holland). Gezien het feit dat de Maasvlakte is opgespoten tot NAP + 5m (buitendijkse gebieden als de Botlek slechts opgespoten tot NAP + 3m), zou een Haakse Zeedijk voor de gehele kust dan (of reeds eerder) een interessante oplossing kunnen zijn; hoe meer de zeespiegel stijgt, des te interessanter de oplossing wordt.

Hoewel zeeschepen dan een zeesluis moeten passeren in de Haakse Zeedijk, zou de sluis in de Nieuwe Waterweg geen functie meer hebben en zou de Rotterdamse haven weer in open verbinding komen te staan met het achterland. De sluis bij IJmuiden zal wel in functie moeten blijven.

Zoals bij de bespreking van het Plan Haakse Zeedijk (Hoofdstuk 3.3) reeds werd weergegeven, zou ook vergroting van de bergingscapaciteit van het Zuidbekken met berging op de Oosterschelde een positief effect hebben. Indien rekening wordt gehouden met berging in de totale Zuidwestelijke Delta, zou het totale oppervlak van de berging van het Zuidbekken uitkomen op ca. 1600 km², hetgeen natuurlijk een positief resultaat zou hebben.

In principe zou te zijner tijd ook op een andere wijze een groot bergingsreservoir kunnen worden gecreëerd. Haak is bezig met een variant, waarbij het Zuidelijk bekken van 1100 km² wordt uitgebreid naar circa 4500 km². Het betreffende bekken ligt voor de Belgische kust en vormt dan één geheel met het Zuidbekken, dat loopt tot aan de Maasvlakte. Rekening houdend met onder meer scheepvaartroutes zou de grootte van dit bekken bij benadering echter niet groter kunnen zijn dan 4000 km².

Deze mogelijkheid zou zich kunnen voordoen als door Nederland en België wordt besloten dat de Westerschelde uit veiligheidsoverwegingen moet worden afgesloten. Indien dat het geval is, zou het in principe een optie zijn de Haakse Zeedijk door te trekken langs de Belgische kust. Bij deze optie zou de haven van Antwerpen en Rotterdam (inclusief Maasvlaktes) via sluizen in de Haakse Zeedijk bereikbaar zijn. Of het 2^{de} en 3^{de} bekken van het oorspronkelijk Plan Haakse Zeedijk dan nog een functie hebben, zou in die situatie nader moeten worden bezien.

Technisch gezien zou een dergelijk plan kunnen worden uitgevoerd, maar men kan zich afvragen of het realistisch is. Het deel van het bekken dat ligt voor de Belgische kust, dient primair het Nederlands belang, omdat de afvoer van de Schelde zeer gering is ten opzichte van die van de Rijn. België zou dus niet alleen overtuigd moeten zijn van de noodzaak de Westerschelde af te sluiten, maar tevens overtuigd moeten zijn dat voor de veiligheid van de Belgische kust het doortrekken van de Haakse Zeedijk richting de Frans/Belgische grens een

goede oplossing zou zijn. Vanzelfsprekend kan de Westerschelde ook worden afgesloten met een dam (in de omgeving van Vlissingen?) voorzien van zeesluizen.

3.4 Bespreking Plan Spaargaren

Het Plan Spaargaren (figuur 3) heeft globaal een tijdshorizont tot het jaar 2100, uitgaande van een mogelijke stijging van de zeespiegel van 0,85m in 2100. Zoals vermeld aan het begin van hoofdstuk 2 werd genoemde 0,85 m in 2100 door het KNMI bijgesteld tot 1 m op basis van kansberekening, waarbij de kans dat 0,85 m in 2100 wordt overschreden wat groter is dan de kans op overschrijding van 1 m. Zoals eerder vermeld heeft de bijstelling tot 1 m in 2100 niets te maken met een ander klimaatscenario.

Ook Spaargaren acht de bouw van een sluis in de Nieuwe Waterweg voor veiligheid noodzakelijk; de bouw van de sluis levert daarbij het grote voordeel op dat de zoetwatervoorziening kan worden gewaarborgd. De bouw zou uiterlijk gerealiseerd moeten zijn in 2050; zie tevens Hoofdstuk 2. Het debiet van de Rijn bij Lobith (met uitzondering van de IJssel) en de Maas wordt dan met name via de Haringvlietsluizen naar de Noordzee afgevoerd; een deel van de afvoer zal via spuisluzen in de Nieuwe Waterweg op zee worden geloosd.

Bij een stijging van de zeespiegel van 0,85 m in 2100, wordt MHW achter de sluis in 2100 verlaagd met 0,85 m ten opzichte van MHW indien de Maeslantkering nog zou functioneren. Genoemde verlaging van MHW wordt veroorzaakt door het wegvallen van de faalkans van 1 op 100 sluitingen van de Maeslantkering. MHW in 2100 achter de sluis wordt dan NAP + 3,60 m. Dat is grote winst, omdat deze waarde gelijk is aan MHW achter de Maeslantkering in 2000, ondanks een zeespiegelstijging van 0,85 m.

Spaargaren wil echter in 2100 een verdere reductie van MHW achter de sluis bewerkstelligen door middel van grote gemalen (bij sluzen Nieuwe Waterweg en Haringvlietsluizen). Doelstelling is om in 2100 op deze wijze een MHW te bereiken van NAP + 2,90 m. Op deze wijze zou tot 2100 dijkverhoging in stedelijk gebied waarschijnlijk kunnen worden voorkomen. Tevens zou hierbij een belangrijke bijdrage kunnen worden geleverd aan de bescherming van buitendijkse gebieden, zoals het Botlekgebied.

Het bovenstaande heeft uiteraard consequenties voor het gehele gebied van de Benedenrivieren. Voor het Haringvliet (Middelharnis) geldt thans een MHW van NAP +2,60 m. Bij een zeespiegelstijging van 0,85 m in 2100 wordt MHW globaal NAP + 3,45 m (MHW stijgt mee met stijging zeespiegel). Indien men dijken niet wil ophogen of dijkverhoging zoveel mogelijk wil beperken, zal men een maximaal peil van circa NAP +2,60 m op het Haringvliet moeten handhaven door de inzet van gemalen. De gemalen kunnen worden aangezet wanneer de Haringvlietsluizen zijn gesloten (nu reeds het geval bij vloed en bij stormvloed). Het noodzakelijk gebruik van gemalen is de prijs die men moet betalen voor het niet of slechts in beperkte mate ophogen van dijken.

Spaargaren vermeldt geen gegevens over benodigde capaciteit van gemalen, die zijn gepland in de Nieuwe Waterweg en bij de Haringvlietsluizen. Daarover kan globaal de volgende benadering worden gevolgd.

Zoals eerder vermeld (zie onder meer Plan Beaufort, hoofdstuk 3.2), ontstaan in de huidige tijd bij de normstelling, gebaseerd op waarden voor MHW, kritieke situaties (overschrijding MHW) in het Benedenrivierengebied bij hoge zeestanden (gesloten stormvloedkeringen en

een stormopzetduur van 29 uur) en afvoeren van de Rijn bij Lobith tussen 7000-10.000 m³/s. Bij grotere debieten, die zouden samenvallen met gesloten stormvloedkeringen, zou MHW in het Benedenrivierengebied worden overschreden en zouden overstromingen kunnen ontstaan. Indien van een stormopzetduur van 40 uur wordt uitgegaan, zullen bij geringere debieten van de Rijn kritieke situaties ontstaan (zie hoofdstuk 1).

Indien van een situatie wordt uitgegaan dat reeds bij een debiet van 7000 m³/s te Lobith een kritieke situatie zou kunnen ontstaan, terwijl het maximum debiet bij Lobith 16000 m³/s kan bedragen, zou bij benadering een gemaalcapaciteit van 9000 m³/s (16000 m³/s – 7000 m³/s) nodig zijn om ieder risico uit te sluiten. Indien wordt uitgegaan van een stormopzetduur van 40 uur, kunnen reeds bij kleinere debieten dan 7000 m³/s te Lobith kritieke situaties ontstaan en is een gemaalcapaciteit van meer dan 9000 m³/s nodig, om risico's maximaal in te perken.

De kans dat een dergelijk grote gemaalcapaciteit op korte termijn nodig is, lijkt op dit moment gering. Anderzijds moet worden opgemerkt dat de benodigde gemaalcapaciteit groter wordt bij stijging van de zeespiegel (0,85 m - 1 m in 2100) en in 2100 van een maximaal rivierdebiet van de Rijn bij Lobith van 18.000 m³/s moet worden uitgegaan. De gewenste gemaalcapaciteit zal in elk geval zo groot moeten zijn dat bij een stijgende zeespiegel steeds aan de nieuwe normen (overstromingskansen) wordt voldaan.

Het Plan Spaargaren zou met enige fantasie bij een verder stijgende zeespiegel kunnen worden doorgetrokken naar een verder gelegen tijdshorizont. Om dit te illustreren, wordt het volgende globale beeld geschetst.

Laagwater bij de uitmonding van het Haringvliet op de Noordzee is in 2000 circa NAP -0,60 m. Rekening houdend met een zeespiegelstijging van 1m in 2100, zou de ebstand in 2100 NAP + 0,4 m zijn, waarbij nog steeds vrij op zee kan worden geloosd. Wel is meer gemaalcapaciteit nodig om het peil van NAP +2,60 m niet te overschrijden. Bij een voortgaande stijging van de zeespiegel is steeds meer gemaalcapaciteit nodig.

Bij een stijging van de zeespiegel tot gemiddeld NAP +3,2 m, zou de ebstand gelijk zijn aan NAP +2,6 m. Bij een maximaal toelaatbaar peil op het Haringvliet van NAP + 2,6 m, is vrije lozing dan niet meer mogelijk. Dat zou inhouden dat de Haringvlietssluisen permanent dicht zijn en de gehele afvoer van Rijn (minus afvoer IJssel) en Maas (maximaal circa 20.000 m³/s) door middel van gemalen naar zee zou moeten worden afgevoerd.

Het huidige afvoersysteem beschikt over een betrekkelijk gering waterbergend vermogen. Indien men dit gering waterbergend vermogen in de berekeningen verwaarloost, verkrijgt men het volgende beeld.

Bij de Haakse Zeedijk werd weergegeven dat voor het oppompen van 20.000 m³/s met een opvoerhoogte van 1 m een vermogen nodig is van 440 MW. Bij een gemiddelde zeespiegel van NAP +3,2 m en een maximum peil van het Haringvliet van NAP +2,6 m en er geen beduidende verhoging van het zeeniveau plaatsvindt door opwaaiing, dan zou in eerste instantie gerekend kunnen worden met een opvoerhoogte van 0,6 m. Bij een maximum debiet van 20.000 m³/s zou het benodigd vermogen dan gelijk zijn aan 0,6 x 440 MW = 264 MW.

Indien men streeft naar een robuust systeem, zal bij een zeespiegelstijging tot NAP +3,2 m rekening moeten worden gehouden met stormvloed en een maximale zeestand van circa NAP +9m (herhalingstijd 1 x 100.000 jaar), die samenvalt met een maximaal debiet van 20.000

m³/s. Dan zou gerekend kunnen worden met een opvoerhoogte van 6,4 m. Het hiervoor benodigd vermogen zou dan gelijk zijn aan $6,4 \times 440 \text{ MW} = 2800 \text{ MW}$ (moderne kolencentrale Eemshaven 1560 MW).

Bij bovenstaande beschouwing werd ervan uitgegaan dat de gemalen uitpompen bij een niveau van NAP +2,60 m. Hoewel dat theoretisch wel mogelijk zou zijn, zal men in de praktijk waarschijnlijk “preventief” pompen als men grote debieten verwacht. In feite creëert men dan wat bergend vermogen en probeert men de risico's te beperken. Indien ervan zou worden uitgegaan dat vanaf NAP wordt gestart met pompen, dan zou de opvoerhoogte met 2,6 m worden verhoogd. De totale opvoerhoogte zou dan 9 m zijn en zou het benodigd vermogen bijna 4000 MW bedragen ($9 \times 440 \text{ MW}$). Het benodigd vermogen zal mogelijk liggen tussen 2800 en 4000 MW.

Zojuist weergegeven waarden zijn een grove schatting van het (grote) benodigd vermogen, indien het waterbergend vermogen van het systeem bij de berekening geheel wordt verwaarloosd en tevens rekening wordt gehouden met extreme hoogwaterstanden op zee, die samenvallen met de hoogwaterafvoergolf.

Gezien zojuist vermelde uitkomsten, werden globale berekeningen uitgevoerd met een waterberging van 150 km² (grove benadering van het huidige oppervlak waar waterberging kan plaatsvinden, waaronder Hollands Diep, Haringvliet, Volkerak), waarbij ervan wordt uitgegaan dat berging mogelijk is tussen het niveau van NAP en NAP +2,5 m. Ook hier wordt rekening gehouden met een hoogwaterafvoergolf met een maximaal debiet van 20.000 m³/s, waarbij de afvoer gedurende 16 dagen meer dan 10.000 m³/s bedraagt, waarvan 6 dagen meer dan 16000 m³/s, 4 dagen meer dan 18000 m³/s en 3 dagen meer dan 19000 m³/s. Gemiddelde herhalingsd is circa 1 x per 1250 jaar.

Om vergelijking met het Plan Haakse Zeedijk mogelijk te maken, werd rekening gehouden met een stijging van de zeespiegel van 4 m, geen door storm verhoogde zeestanden, terwijl verondersteld wordt dat de waterberging aan het begin van de hoogwaterafvoergolf op NAP is. In een dergelijke situatie zou de benodigde gemaalcapaciteit circa 15.000 m³/s bedragen bij een opvoerhoogte van 4 m, waarbij het benodigd vermogen circa 1320 MW zou bedragen. Tijdens het verwerken van de hoogwaterafvoergolf wordt het bekken langzaam gevuld.

Uit zojuist vermelde gegevens blijkt dat zelfs een betrekkelijk gering waterbergend vermogen reeds een beduidend positief effect heeft met betrekking tot benodigde gemaalcapaciteit en benodigd vermogen.

Indien men rekening houdt met verhoogde zeestanden ten gevolge van een zware storm (2 dagen een gemiddelde verhoging van 3,3 m) gedurende de hoogwaterafvoergolf, dan zou een pompcapaciteit van 22.000 m³/s nodig zijn bij een opvoerhoogte van 4m en bedraagt het benodigd vermogen circa 1940 MW. Sterk verhoogde zeestanden vergen in deze situatie dus een sterk verhoogd benodigd vermogen.

Het Plan Spaargaren gaat ervan uit dat in elk geval uitbreiding van de bergingscapaciteit in de Zuidwestelijke Delta moet plaatsvinden. Mocht men in staat zijn de gehele Zuidwestelijk Delta, inclusief de Oosterschelde, te benutten als waterberging (in totaal circa 500 km²), dan verkrijgt men het volgende beeld.

Ook hier werd gerekend met een stijging van de zeespiegel van 4 m, een hoogwaterafvoergolf met een maximum van 20.000 m³/s en geen verhoogde zeestanden ten gevolge van storm, een minimum peil van het bekken op NAP aan het begin van de hoogwaterafvoergolf en een maximum peil van NAP +2,5 m. Onder zojuist vermelde randvoorwaarden blijkt dat een gemaalcapaciteit van 14.000 m³/s bij een opvoerhoogte van 4 m, het waterpeil van NAP +2,5 m op het Haringvliet niet wordt overschreden.

Indien tevens tijdens een hoogwaterafvoergolf gedurende twee dagen rekening wordt gehouden met een gemiddeld 3,3 m verhoogde zeestand ten gevolge van zeer zware storm, dan is een gemaalcapaciteit van 16.000 m³/s bij een opvoerhoogte van 4 m vereist. De benodigde vermogens voor 14.000 m³/s en 16.000 m³/s bij 4 m opvoerhoogte bedragen dan circa 1230 MW, respectievelijk circa 1400 MW.

Uit zojuist vermelde gegevens blijkt dat bij berging in de gehele Zuidwestelijke Delta de gemaalcapaciteit en het benodigde vermogen geringer zijn dan bij een berging van 150 km². Dat is met name het geval bij het samengaan van een hoogwaterafvoergolf en zware storm. Daar de Zuidwestelijke Delta een geringere bergingscapaciteit heeft (500 km²) dan het Zuidbekken bij de Haakse Zeedijk (1100 km²), zijn de benodigde pompcapaciteiten en benodigde elektrische vermogens bij het Plan Spaargaren ook wat groter dan die voor het Zuidbekken. Indien de drie bekkens van de Haakse zeedijk worden verenigd tot één bekken, zijn de benodigde gemaalcapaciteit en het benodigd vermogen aanzienlijk geringer.

Het tijdstip waarop niet meer vrij op zee kan worden geloosd ligt bij de Haakse Zeedijk (4 m stijging) later dan bij het Plan Spaargaren. Dit wordt veroorzaakt doordat laagwater (eb) bij Vlissingen veel lager is dan bij Hoek van Holland.

Indien men uitgaat van een gemiddeld debiet van 2500 m³/s bij een gemiddelde opvoerhoogte van 3m, dan zou dat bij de huidige energieprijzen de kosten circa 150 miljoen euro per jaar bedragen (zie berekening energiekosten Plan Haakse Zeedijk). Bij een verder stijgende zeespiegel zullen het hiervoor berekende maximaal benodigd vermogen en de gemiddelde energiekosten uiteraard toenemen.

Evenals bij het Plan Haakse Zeedijk, moeten er voor het Plan Spaargaren modelberekeningen worden uitgevoerd naar de te verwachten waterstanden in met name het Benedenrivierengebied. Mogelijk moeten hierdoor éénmalig dijken worden verhoogd, moeten sluisen worden aangepast en zullen bruggen (eenmalig) omhoog moeten worden gebracht om de vereiste doorvaarthoogte te handhaven.

Met nadruk wordt gesteld dat de resultaten van voorgaande berekeningen (geldt ook voor plan Haakse Zeedijk) slechts mogen worden opgevat als ruwe benaderingen. Noch het grote benodigd vermogen, noch het verbruik van (groene) energie kan, zonder een breed opgezet onderzoek, aanleiding zijn een dergelijk plan af te wijzen. Ook het Plan Beaufort bijvoorbeeld vergt veel energie voor het continu ophogen van dijken. Tevens past de opmerking dat grote gemalen, zoals vermeld in het Plan Spaargaren, mogelijk efficiënter zijn dan het huidige gemaal te IJmuiden.

Een dergelijke mogelijke toekomstvisie voor de lange termijn is echter niet gegeven in het Plan Spaargaren. In werkelijkheid behoeft een dergelijk extrapolatie van het Plan Spaargaren in de tijd ook niet plaats te vinden; het Plan Spaargaren kan in de toekomst natuurlijk wel

gepaard gaan met dijkverhoging en de toepassing van grote gemalen. De problemen met dijkverhoging, met name in stedelijk gebied, zullen dan moeten worden opgelost.

Tot slot wordt opgemerkt dat de veiligheid van het systeem in belangrijke mate afhankelijk is van de faalkans van het bemalingssysteem. Daar de grote gemalen waarschijnlijk uit een groot aantal pompen bestaan (zie bijvoorbeeld plannen voor het installeren van een pompcapaciteit van 1000 m³/s bij de afsluitdijk), zullen technische mankementen aan de pompen waarschijnlijk niet bepalend zijn voor de faalkans van het systeem.

De faalkans wordt waarschijnlijk bepaald door mogelijke stroomuitval of door de mogelijkheid dat het benodigde vermogen niet tijdig kan worden geleverd, ondanks het feit dat er in principe reeds dagen van te voren aan de beheerder van het landelijk netwerk een raming kan worden opgegeven van het benodigde elektrisch vermogen. De risico's zullen waarschijnlijk toenemen naarmate het benodigde vermogen toeneemt, maar ook bij een stijging van de zeespiegel van bijvoorbeeld één meter (2100) kan stroomuitval of het niet tijdig leveren van het benodigde vermogen in principe tot een calamiteit leiden. Mede gezien de transitie naar groene energie, die reeds volop aan de gang is, verdient het in kaart brengen van deze risico's en mogelijke oplossingen van het probleem alle aandacht. Tevens zou hierbij kunnen worden gezien of deze eeuw nog gebruikt zou kunnen worden gemaakt van in de "mottenballen" gelegde gasgestookte centrales, die mogelijk zouden kunnen dienen als een soort noodaggregaat.

Onderzoek naar de leveringszekerheid van benodigde vermogens is noodzakelijk; voorkomen moet worden dat toepassing van gemalen dezelfde problematiek oplevert met betrekking een faalkans als de huidige Maeslantkering.

Uit informatie van Spaargaren blijkt dat hij om veiligheidsredenen het benodigde vermogen voor de gemalen wil opwekken met generatoren die worden gevoed met LPG. Spaargaren gaat er tevens vanuit dat tenminste een groot deel van de Zuidwestelijke Delta als berging dienst kan doen. Een deel van het geïnstalleerde maximaal benodigde vermogen zou dan echter slechts zelden worden gebruikt, hetgeen hoge kosten met zich zou meebrengen. Mogelijk kan een groot deel van het geïnstalleerde vermogen worden gebruikt voor levering aan het landelijk netwerk, zolang het niet nodig is voor het uitpompen van rivierafvoeren. Mogelijk dat de risico's voor het falen van het systeem dan sterk kunnen worden beperkt en de kosten laag worden gehouden. Wel zou dan moeten worden gezien op welke wijze LPG zou kunnen worden vervangen door een voor het klimaat onschadelijke brandstof.

3.5 Hybride oplossingen

In principe zijn allerlei hybride oplossingen mogelijk, omdat verhoging van dijken, gebruik van zeer grote gemalen en het creëren van bergingscapaciteit in belangrijke mate complementaire maatregelen zijn, waarbij de risico's van falen echter nauwkeurig in kaart moeten worden gebracht. Het is gewenst dat hybride systemen bij het onderzoek worden betrokken; zie verder hoofdstuk 7.

Hoofdstuk 4

Vismigratie

De mogelijkheden van vismigratie zou bij alle plannen moeten worden gewaarborgd. De Adviesgroep Borm en Huijgens hebben verschillende plannen ontwikkeld om een goede vismigratie te bewerkstelligen.

De Adviesgroep Borm en Huijgens is van mening dat de “kier” bij de Haringvlietsluizen onvoldoende is voor het bereiken van een goede vismigratie en zoekt naar een goede en relatief goedkope oplossing, die bij alle bestaande en nog te ontwikkelen plannen zou kunnen worden toegepast. Hierbij wordt verwezen naar publicaties van genoemde werkgroep en met name naar de publicatie ” Haalbare en duurzame vismigratie” (vakartikel H2O digitaal van 26 maart 2018).

Hoofdstuk 5

Beveiliging buitendijkse gebieden achter de Maeslantkering

Industrieterreinen (zoals Botlek), maar ook woonwijken zijn gesitueerd op terreinen, die indertijd tot circa NAP +3m werden opgespoten. Bij waterstanden boven NAP +3,0 m moet rekening worden gehouden met meer of minder ernstige gevolgen. In de huidige situatie met de Maeslantkering, waarbij MHW = NAP + 3,60 m, lopen deze gebieden dus gevaar. De discussie is nog gaande, wie voor deze situatie de verantwoording op zich zou moeten nemen (formeel is noch de Rijkswaterstaat, noch de Provincie, de Waterschappen of de Gemeente verantwoordelijk). Bewoners en bedrijven worden geacht, voor zover mogelijk, maatregelen te nemen; schade wordt in principe niet vergoed door de overheid.

Overstroming van buitendijkse gebieden is ook mogelijk vanuit het Calland- en Hartelkanaal, die in open verbinding staan met zee.

Als sluizen in de omgeving van de Maeslantkering zouden worden gebouwd, zou men achter de sluizen met behulp van grote gemalen een MHW van NAP +2,90 m kunnen realiseren (Plan Spaargaren), hetgeen een belangrijke bijdrage zou zijn aan de bescherming van buitendijkse gebieden. Indien men overstroming vanuit het Calland- en Hartelkanaal onmogelijk maakt, zou men in de buitendijkse gebieden “droge voeten” houden. Met een open Nieuwe Waterweg, al dan niet voorzien van een kering, zal men ten gevolge van een stijgende zeespiegel buitendijkse gebieden moeten “inpolderen”.

Hoofdstuk 6

Huidige stand van zaken

Alle hiervoor besproken plannen werden of niet beoordeeld (Plan Beaufort), afgewezen (Plan Haakse Zeedijk) of een beslissing werd uitgesteld (Plan Spaargaren). Afwijzing of uitstel van de plannen zal in belangrijke mate zijn veroorzaakt doordat de plannen niet passen in het huidige beleid. Het huidige beleid is in feite gericht op de korte termijn, terwijl de betreffende plannen zich richten op de middellange- en lange termijn.

Het afwijzen van het Plan Haakse Zeedijk had nauwelijks betrekking op de inhoud van het plan. Het Plan Spaargaren, weliswaar niet afgewezen, wordt voorlopig niet uitgevoerd. De minister heeft geoordeeld dat eerst de versnelde stijging van de zeespiegel moet zijn aangetoond (vinger aan de pols houden), alvorens het Plan Spaargaren opnieuw zal worden overwogen. Ondanks dat gegevens van het KNMI aantonen dat de zeespiegel mogelijk kan stijgen met 0,35m in 2050 en met 1m in 2100, wacht men dus verder af, met het risico dat men onvoldoende tijd heeft voor het nemen van maatregelen. In dit rapport wordt aangetoond dat een stijging van de zeespiegel met 0,35 m in 2050 reeds gepaard gaat met onaanvaardbare veiligheidsrisico's (hoofdstuk 2).

Het is zeer aannemelijk dat het negatieve oordeel van de Gemeente Rotterdam (sluizen levert een belemmering op voor de scheepvaart naar het achterland en sluizen ter hoogte van de huidige Maeslantkering levert tevens een belemmering op voor zeeschepen naar onder meer het Botlekgebied, Pernis en Moerdijk) een zeer belangrijke rol heeft gespeeld in zojuist vermelde situatie. Een geheel andere oorzaak is of kan zijn gelegen in het feit dat ook milieugroeperingen aandrang uitoefenen om de Nieuwe Waterweg open te houden. Er gaan zelfs stemmen op om te zijner tijd de Noordzee weer meer toegang te verschaffen tot de Zuidwestelijke Delta. Hierbij kan worden opgemerkt dat er reeds vergaande plannen bestaan het Volkerak-Zoommeer zout te maken. Door al deze factoren is een patstelling ontstaan in de besluitvorming, die geruime tijd zou kunnen voortduren, met mogelijk ernstige gevolgen.

Inmiddels is er ook een discussie ontstaan over de vraag wat er moet gebeuren als mogelijk reeds voor het einde van deze eeuw de Oosterscheldekering ten gevolge van een relatief snelle stijging van de zeespiegel niet meer als stormvloedkering kan functioneren; ook de Haringvlietsluizen zouden tegen het einde van deze eeuw mogelijk moeten worden vervangen of geheel worden gerenoveerd.

Voorstanders van de gedachte de Noordzee meer toegang te verschaffen tot de Zuidwestelijke Delta, geven reeds aan de Oosterscheldekering buitengebruik te willen stellen of af te breken; er zijn ook voorstanders van het buitengebruik stellen van de Haringvlietsluizen. In feite zou men dan grotendeels terug gaan naar de tijd van voor de realisering van de Deltawerken.

Het is eigenlijk niet duidelijk wat men hierbij wil bereiken, omdat bij een relatief snel stijgende zeespiegel de Oosterschelde in zijn huidige hoedanigheid met geulen, platen en slikken zeer waarschijnlijk niet behouden kan blijven (Spaargaren). Hetzelfde zal waarschijnlijk gelden voor de Biesbosch. Discussie hierover kan alleen zinvol worden gevoerd indien het creëren van een meer open Zuidwestelijke Delta met goede argumenten ten aanzien van het milieu wordt onderbouwd en onder de randvoorwaarden dat de veiligheid en de zoetwatervoorziening blijven gewaarborgd.

Mocht men overwegen een open Nieuwe Waterweg te behouden en mocht men de Haringvlietsluizen en de Oosterscheldekering tegen het einde van deze eeuw buiten gebruik willen stellen voor het verkrijgen van een open Zuidwestelijke Delta, dan zal men op korte termijn deze beslissingen moeten nemen, omdat de rest van deze eeuw nodig zal zijn voor het realiseren van noodzakelijke dijkverhogingen en dijkversterkingen in zowel het Benedenrivierengebied als het Bovenrivierengebied (Spaargaren).

Een dergelijke besluitvorming gaat echter gepaard met grote onzekerheden en risico's, omdat de snelheid waarmee de zeespiegel stijgt, met onzekerheden is omgeven. Tevens moet men er rekening mee houden dat bij verdergaande stijging van de zeespiegel ook in de toekomst dijkverhoging en dijkversterking zijn gerelateerd aan de mate van zeespiegelstijging.

Het kiezen voor een zo open mogelijke Zuidwestelijke Delta, waarbij de realisering ervan pas tegen het einde van deze eeuw zou kunnen plaatsvinden, levert nog geen oplossing voor de problemen, die zich op kortere termijn zouden kunnen voordoen, waaronder onaanvaardbare veiligheidsrisico's bij het niet tijdig vervangen van de Maeslantkering. Een beslissing ten aanzien van een open Zuidwestelijke Delta tegen het einde van deze eeuw, houdt daarom niet alleen een langdurig proces in van dijkverhoging en dijkversterking, maar vraagt ook tussentijdse beslissingen om de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening deze eeuw te waarborgen.

Hoofdstuk 7

Breed onafhankelijk onderzoek

Van meerdere kanten wordt bepleit om een breed en onafhankelijk onderzoek te verrichten, om op grond daarvan een breed draagvlak te krijgen voor de besluitvorming. Gezien de recente bijstelling van de mogelijke stijging van de zeespiegel tot 2 m of meer in 2100 (zie Deltaresrapport van September 2018), waarbij de versnelde stijging met name plaatsvindt na 2050, wordt voorgesteld om bij dit onderzoek uit te gaan van een mogelijke stijging van de zeespiegel van 0,4 m in 2050 en 2 m in 2100 of zelfs 3 m in 2100, indien het klimaatakkoord van Parijs niet het gewenste succes heeft.

Tevens moet worden uitgegaan van een na 2100 verder stijgende zeespiegel. De zojuist vermelde gegevens uit het rapport van Deltares worden onderschreven door het KNMI. Rekening moet worden gehouden met een mogelijke verdere stijging van vele meters gedurende de komende eeuwen. Mocht nader onderzoek uitwijzen dat orkanen, waardoor Portugal in Oktober 2018 werd getroffen, ook de Nederlandse kust kunnen bereiken, dan zal het beeld mogelijk verder in negatieve zin moeten worden bijgesteld.

Tevens wordt voorgesteld om voor het maximum debiet van de Rijn bij Lobith in 2050 uit te gaan van 16.000 m³/s; in 2100 van 18.000 m³/s. Voor het opstellen van een Masterplan zou rekening moeten worden gehouden met een mogelijk groter debiet dan 18.000 m³/s van de Rijn bij Lobith na 2100.

Op basis van dit rapport wordt verder het volgende onderzoek voorgesteld:

De in dit rapport besproken plannen (Plan Beaufort, Plan Haakse Zeedijk en Plan Spaargaren) worden bij het onderzoek betrokken. Bij een vergelijking van de drie plannen en de daarmee gepaard gaande kosten, moet er rekening mee worden gehouden dat, in tegenstelling met het Plan Haakse Zeedijk, het Plan Beaufort en het Plan Spaargaren, zoals in dit rapport beschreven, geen verdediging van de kust van Zeeland, Zuid Holland en Noord Holland inhouden. Bij een sterk stijgende zeespiegel levert verdediging van de kust met behulp van zandsuppletie een steeds groter probleem op en zal moeten worden gezocht naar een alternatief (zie onder meer bijlage 4).

In genoemde plannen wordt de huidige Maeslantkering en de Hartelkering vervangen door sluizen. Door schutverliezen kan zout water echter doordringen in het zoete systeem. Voor sluizen in de Nieuwe Waterweg verdient dit punt nadere aandacht.

Het probleem van gebrek aan bergingscapaciteit wordt bij een stijgende zeespiegel steeds groter. De drie plannen lossen dit probleem op verschillende manieren op. Voorgesteld wordt nader onderzoek te verrichten naar de betreffende plannen, waarbij de voor- en nadelen met de daaraan verbonden consequenties van de drie plannen in kaart worden gebracht.

In feite behoort de waterveiligheid bij alle plannen te worden gewaarborgd; het is tevens gewenst om nader vast te stellen wat genoemde plannen kunnen betekenen voor de veiligheid van buitendijkse gebieden. Het is gewenst om alle plannen te beoordelen op veiligheid, onafhankelijk van de vraag of bepaalde plannen op andere punten mogelijk negatief scoren of op dit moment andere problemen opleveren, zoals het feit dat het Zuidbekken van de Haakse Zeedijk is gelegen in een Natura-2000 gebied.

De drie genoemde plannen zijn robuust van opzet, waarbij wordt gestreefd naar een minimalisering van de kansen op een calamiteit. Dit houdt mogelijk in dat de huidige normen met betrekking tot overstromingskansen ruimschoots zullen worden gehaald. Mocht dit het geval zijn, dan zal mogelijk de discussie ontstaan of het niet wat minder kan. Gezien grote onzekerheden, die gepaard gaan met klimaatverandering, werd echter bij de plannen ter beperking van risico's juist gekozen voor robuustheid en zou aan dit principe ook zo min mogelijk moeten worden getornd.

Ondanks het feit dat bij de bouw van de Oosterscheldekering de problematiek van een mogelijk sneller stijgende zeespiegel in principe wel bekend was, kan volledig begrip worden opgebracht dat bij de bouw van de Oosterscheldekering slechts rekening werd gehouden met een zeespiegelstijging van 40 cm voor de komende 200 jaar. Al meer dan een eeuw was de stijging van de zeespiegel aan de Nederlandse kust circa 2 mm per jaar (nog steeds het geval) en nieuwe ontwikkelingen hebben altijd enige tijd nodig om voldoende bekend te worden en draagkracht te krijgen. Op basis van de huidige kennis zou men echter ongetwijfeld met een mogelijk snellere stijging van de zeespiegel rekening hebben gehouden. Dergelijke beschouwingen over veel onzekerheden liggen ten grondslag aan de gedachte ontwerpen robuust te maken en zo te trachten risico's te minimaliseren.

Uiteindelijk zal de politiek hierover moeten beslissen. In dit kader is het mogelijk zinvol om in grote lijnen na te gaan hoeveel kosten zouden kunnen worden "bespaard" indien men een stuk veiligheid zou inleveren en een minder robuust ontwerp zou maken dat wel voldoet aan de nieuwe normstelling met betrekking tot overstromingskansen. Het is zeer wel denkbaar dat de kosten, die men hierbij zou kunnen "uitsparen" per plan sterk verschillen. Het kiezen voor een minder robuust plan houdt echter in dat de risico's toenemen en de oorzaak kunnen zijn van zeer grote calamiteiten.

In het rapport werden reeds verschillende punten van onderzoek vermeld. Voor de volgende onderwerpen wordt met name aandacht gevraagd.

Plan Beaufort (figuur 1)

Het verrichten van onderzoek naar de faalkans van de keringen in Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede, die bij hoge rivierstanden moeten worden gesloten ter bescherming van het gebied Rotterdam en Drechtsteden ("tijdelijke inpoldering"). Het is tevens van belang hierbij na te gaan of en zo ja wanneer de keringen moeten worden voorzien van een sluis. Tevens zou moeten worden nagegaan of en zo ja wanneer het Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede zouden moeten worden afgedamd, waarbij in de Dordtse Kil en Beneden Merwede dan sluizen moeten worden gebouwd. De consequenties hiervan zouden nader onderzocht moeten worden.

Plan Beaufort schetst tevens de mogelijkheid om in de Nieuwe Waterweg een dubbele kering te bouwen met zeer geringe faalkans. Om de frequentie van sluiten van de kering gelijk te houden aan de huidige situatie bij de Maeslantkering (sluiting gemiddeld circa 1 x per 10 j), is dijkverhoging achter de kering noodzakelijk. Met name in het geval men mocht besluiten geen sluis te bouwen in de Nieuwe Waterweg, is nader onderzoek naar een dergelijke kering gewenst.

Plan Beaufort vereist een grote inspanning in het kader van dijkverhoging, de bouw van kunstwerken en het creëren van extra afvoercapaciteit van de Waal (circa 16000 m³/s in 2100). Bij dijkverhoging (in Beneden- en Bovenrivierengebied) moet rekening worden

gehouden met een stijgende zeespiegel, maximale zeestanden (herhalingstijd 1 x 100.000 jaar) en maximale rivierdebieten. Modelberekeningen zijn nodig om de consequenties echt te overzien, ook ten aanzien van aanpassingen aan kunstwerken en het omhoog brengen van bruggen in verband met vereiste doorvaarthoogtes. Nader onderzoek moet aantonen of bij een snel stijgende zeespiegel de uitvoering van Plan Beaufort praktisch haalbaar is.

Plan Haakse Zeedijk (figuur 2)

Dit plan heeft de intentie dat bij uitvoering van het plan, rivierdijken niet of slechts in beperkte mate behoeven te worden opgehoogd. Het is van belang om met behulp van modelberekeningen na te gaan in hoeverre deze veronderstelling correct is. Uitgangspunt hierbij is dat circa 20.000 m³/s gedurende 40 uur (stormopzetduur) het Zuidelijk bekken instroomt, waarbij de sluisen van het bekken zijn gesloten. Dijken behoeven in principe niet te worden verhoogd ten gevolge van zeespiegelstijging. Het is verder gewenst nader onderzoek in te stellen naar de lengte van de stormopzetduur en de maximale tijd, waarbij de spuisluisen (stormvloedkering) gesloten moeten blijven.

Door middel van grote sluisen kan het bekken lozen op zee. Om het waterniveau in het Zuidelijk bekken beheersbaar te houden, zal bij een stijgende zeespiegel steeds meer bemalingscapaciteit nodig zijn. Bij een stijging van de zeespiegel met 4 m, kan helemaal niet meer vrij worden geloosd op zee en zal de maximaal benodigde bemalingscapaciteit, afhankelijk van de randvoorwaarden, circa 12.000 -14.000 m³/s bedragen bij een opvoerhoogte van 4 m. Over de leveringszekerheid van de daaraan gerelateerde zeer grote vermogens (afhankelijk van de omstandigheden circa 1000-1200 MW) is in feite niets bekend en zou voor zover mogelijk nader onderzocht moeten worden; hierbij moet rekening worden gehouden met een transitie naar groene energie. Bij elke verdere stijging van de zeespiegel met 1 m, zal het benodigd vermogen toenemen met circa 250-300 MW. Zie tevens Plan Spaargaren.

Het risico van stroomuitval of het niet tijdig kunnen beschikken over het benodigde vermogen voor de bemaling van het Zuidbekken, zou beduidend kunnen worden verminderd door de drie geplande bekkens voor de kust te zijner tijd (stijging zeespiegel 1- 2 m) tot één bekken om te vormen, waardoor de bergingscapaciteit sterk wordt vergroot en de benodigde gemaalcapaciteit en het maximaal benodigd vermogen beduidend worden verkleind en mogelijke risico's in belangrijke mate worden beperkt.

Zeesluisen in de Haakse Zeedijk moeten dan toegang verschaffen tot de havens van Rotterdam en Amsterdam, waarbij de sluis in de Nieuwe Waterweg overbodig wordt. De haven van Rotterdam zou op deze wijze goed worden beschermd tegen een stijgende zeespiegel en een open verbinding met het achterland behouden. Nader onderzoek naar de haalbaarheid hiervan is gewenst.

De Haakse Zeedijk zou twee functies hebben: realisatie van waterberging voor de kust en noodzakelijke bescherming van de huidige kust. De vraag is echter of de Haakse Zeedijk met de daarbij geplande golfdempers aan gestelde eisen voldoet en of het essentieel is om de Nederlandse kust op deze wijze te verdedigen. Onderzoek zou onder meer de veiligheid van het Plan Haakse Zeedijk moeten vergelijken met alternatieve mogelijkheden van bescherming van de huidige kust bij een stijgende zeespiegel. Daarbij komt de vraag naar voren tot hoelang men met zandsuppleties de huidige kust denkt te kunnen verdedigen.

Naast bovenstaande punten, die betrekking hebben op veiligheid, wordt bij het onderzoek met betrekking tot het Zuidbekken van de Haakse Zeedijk nog aandacht gevraagd voor onder meer de volgende punten:

a) Nader onderzoek zou aannemelijk moeten maken dat problemen in het kader van de “ruimtelijke ordening” en het feit dat het bekken grotendeels is gelegen in een gebied, dat is aangewezen als Natura 2000 gebied, te overwinnen zijn indien zou blijken dat het Plan Haakse Zeedijk de beste garantie biedt voor de veiligheid van Nederland.

b) Bij de aanleg van het Zuidbekken komt van Walcheren tot de Maasvlakte een zoet of brak meer voor het huidige strand te liggen en wordt er in feite een nieuwe kust en strand langs de Haakse Zeedijk gecreëerd. Dit zal mogelijk een belangrijk punt van discussie met veel gevoelsmatige argumenten opleveren.

c). De huidige Oosterschelde met zijn getijden zal verdwijnen. De vraag is of dit ingepast kan worden in de plannen, die gemaakt moeten worden als de Oosterscheldekering door een snelle stijging van de zeespiegel zijn functie als stormvloedkering zou verliezen.

Plan Spaargaren (figuur 3)

Dit plan beoogt, evenals het Plan Haakse Zeedijk, de rivierdijken niet of slechts in beperkte mate te verhogen. Het Plan Spaargaren vertoont gelijkenissen met het plan van de Haakse Zeedijk, maar oogt eenvoudiger, omdat geen “Haakse Zeedijk” wordt gebouwd voor het creëren van een bergingsreservoir, maar rivierwater bij gesloten Haringvlietsluizen direct naar zee wordt uitgemalen. Het gebrek aan bergingscapaciteit en het effect van een stijgende zeespiegel wordt door Spaargaren dus opgelost door de inzet van grote gemalen en een vergroting van de bergingscapaciteit in de Zuidwestelijke Delta, waardoor rivierdijken niet of slechts in beperkte mate zouden moeten worden verhoogd.

Voor de grote gemalen zijn grote elektrische vermogens nodig. Met betrekking tot de leveringszekerheid van dergelijke grote vermogens uit het landelijk elektriciteitsnet is nader onderzoek nodig. Spaargaren wil uit veiligheidsoverwegingen het benodigd vermogen ter plaatse opwekken met behulp van generatoren. Daar de zeer grote vermogens slechts zelden nodig zijn, zal uit kostenoverwegingen mogelijk gezocht moeten worden naar de mogelijkheid het zelf opwekken van energie te combineren met levering aan het landelijk elektriciteitsnet; zie verder hoofdstuk 3.4. Nader onderzoek naar deze problematiek is noodzakelijk.

Tevens moeten met behulp van modelberekeningen waterstanden in het rivierengebied worden vastgesteld bij een hoogwaterafvoergolf met een maximum debiet van 20.000 m³/s, die via het Haringvliet naar de Noordzee wordt afgevoerd.

Het plan Spaargaren is opgesteld voor de middellange termijn. Indien men ook in de toekomst bij een stijgende zeespiegel rivierdijken niet wil verhogen, zal op een gegeven moment ook niet meer vrij op zee kunnen worden geloosd, maar moet de gehele rivierafvoer, evenals bij de Haakse Zeedijk, naar zee worden gepompt. Modelberekeningen zijn nodig om alle consequenties goed in beeld te krijgen.

Hybride oplossingen

Zoals in dit rapport reeds is weergegeven, kunnen hybride vormen van hiervoor genoemde plannen ook oplossingen brengen. Het verhogen van dijken, het creëren van bergingscapaciteit en bemalingscapaciteit zijn in belangrijke mate complementaire

maatregelen, waarbij de risico's van falen echter nauwkeurig in kaart moeten worden gebracht. Het is gewenst dergelijke hybride oplossingen bij het onderzoek te betrekken.

Vismigratie

Bij alle plannen moet men trachten vismigratie mogelijk te maken. Nader onderzoek op dit punt is noodzakelijk.

Scheepvaart

Het is gewenst om een onafhankelijk onderzoek te verrichten naar de belemmering van de scheepvaart en de daaraan verbonden kosten in het geval wordt overwogen de Maeslantkering en de Hartelkering in 2050 te vervangen door een sluiscomplex. Voor zover mogelijk zou het van belang zijn daarbij ook toekomstige verkeerstromen (zeeschepen zowel als binnenvaart naar het achterland), toekomstige havenactiviteiten en aard van het goederentransport daarbij te betrekken.

De belangen van de scheepvaart zouden moeten worden afgewogen tegen de voordelen (waterveiligheid en waarborging zoetwatervoorziening) van afdamming van de Nieuwe Waterweg en het Hartelkanaal met een sluiscomplex. Indien zou worden besloten tot de bouw van sluisen, zou in dit kader tevens moeten worden onderzocht wat de beste locaties voor de sluisen zouden zijn.

Problemen bij Oosterscheldekering en Haringvlietsluisen bij zeespiegelstijging van 1m

Bij een stijging van de zeespiegel van 1 m in 2100 zou de Oosterscheldekering niet meer als stormvloedkering kunnen functioneren, terwijl de Haringvlietsluisen tegen het einde van deze eeuw geheel zouden moeten worden gerenoveerd of zouden moeten worden vervangen of buitengebruik zouden moeten worden gesteld (zie hoofdstuk 6).

Spaargaren stelt hierbij voor een aantal opties te onderzoeken met betrekking tot een geheel of ten dele open Zuidwestelijke Delta en een geheel gesloten Zuidwestelijke Delta tegen het einde van deze eeuw. De volgende twee opties worden hieronder onder a) en b) weergegeven als uiterste mogelijkheden (Spaargaren geeft meerdere opties weer):

a) Een geheel gesloten Zuidwestelijke Delta met zoet water (optie A van Spaargaren; zie figuur 3) tegen het einde van deze eeuw, waarbij de Nieuwe Waterweg is afgesloten door een dam met een sluiscomplex en de Oosterscheldekering wordt vervangen door een dam. De Haringvlietsluisen moeten zodanig worden aangepast (of herbouwd) dat ze functioneren bij een stijgende zeespiegel. Zie tevens bijlage 4. Tevens worden twee grote gemalen gebouwd (locatie sluisen in Nieuwe Waterweg en Haringvlietsluisen).

In principe ontstaat op deze wijze een grote zoetwatervoorraad en een relatief grote bergingscapaciteit (totaal wateroppervlak circa 500 km²). Voor het Plan Spaargaren is deze bergingscapaciteit van groot belang. Voor het Plan Haakse Zeedijk zou extra bergingscapaciteit eveneens gunstig zijn, met name zolang alleen het Zuidelijk bekken in functie is. Op welke wijze men berging in de Zuidwestelijke Delta koppelt aan de berging in het Zuidelijk bekken, verdient nader onderzoek. Bij Plan Beaufort is bergingscapaciteit niet van belang, omdat men ook bij de hoogste zeestanden via vrij verval wil kunnen lozen.

b) Een grotendeels open Delta met een open Nieuwe Waterweg, een open Haringvliet en een open Oosterschelde en een zout Grevelingen meer (optie B van Spaargaren). Bij keuze voor deze optie (omstreeks 2020-2025) zal de rest van de eeuw nodig zijn om in 2100 de dijken op orde te hebben (Spaargaren). Bij verdere stijging van de zeespiegel zal verdere ophoging van dijken zijn gerelateerd aan de stijging van de zeespiegel.

Deze optie kan uiteraard niet samengaan met het plan Haakse Zeedijk of het Plan Spaargaren, maar ook Plan Beaufort is niet ontworpen voor het verkrijgen van een open Zuidwestelijke Delta. Tevens is deze optie in principe strijdig zijn met de bouw van een sluizencomplex, maar realisering van een dergelijk kunstwerk is mogelijk niet te voorkomen bij een snelle stijging van de zeespiegel.

Behalve voor de vele dijkverhogingen, die nodig zijn als men in 2100 een geheel open systeem wil creëren, zal dus tevens een plan moeten worden opgesteld op welke wijze men de veiligheid tot 2100 wil realiseren.

Tevens zal door middel van onderzoeksresultaten moeten worden aangetoond op welke wijze men de zoetwatervoorziening wil waarborgen, rekening houdend met de door het KNMI uitgebrachte klimaatvoorspellingen.

Waterveiligheid bij extreme stijging van de zeespiegel

Tot slot wordt opgemerkt dat het van belang is te onderzoeken tot welke zeespiegelstijging Nederland redelijkerwijs waterveilig kan worden gehouden met de in dit onderzoeksvoorstel vermelde mogelijkheden. Het antwoord op die vraag zou aanleiding kunnen zijn voor het verrichten van verder onderzoek.

Hoofdstuk 8

Masterplan

Op basis van resultaten van het in hoofdstuk 7 voorgestelde onderzoek, moet uiteindelijk door de politiek worden beslist welke weg met de daaraan verbonden consequenties men wil bewandelen voor het realiseren van een waterveilig Nederland, waarbij tevens de zoetwatervoorziening is gewaarborgd. Daarbij zal ook rekening moeten worden gehouden met andere belangen, waaronder scheepvaart, visserij, vismigratie en milieueisen. De planning en aanleg van windparken behoeft in principe niet strijdig te zijn met Plan Haakse Zeedijk, maar nauw overleg in een zo vroeg mogelijk stadium is noodzakelijk om aan wederzijds gestelde eisen te kunnen voldoen. Het is van belang al die belangen in de afwegingen mee te nemen om later conflicten te voorkomen.

Het is daarbij van het grootste belang dat de overheid garant staat voor de financiering van de gekozen weg. Daarbij wordt aangenomen dat door de politiek genomen beslissingen mede zullen afhangen van geraamde bedragen, die met dergelijke beslissingen gepaard gaan. In elk geval moet worden voorkomen dat door een vertraagde (te late) uitvoering van werkzaamheden te grote risico's worden genomen met betrekking tot de waterveiligheid en de zoetwatervoorziening.

Het is bij het voorgestelde onderzoek uiteindelijk van groot belang om, met name gezien de onzekerheden omtrent de snelheid van stijging van de zeespiegel, de resultaten zodanig te presenteren, dat de totale besluitvorming kan worden ingepast in een masterplan. De tijd,

waarop bepaalde maatregelen moeten zijn gerealiseerd, zal met name afhankelijk zijn de snelheid, waarmee de zeespiegel stijgt.

Het Masterplan moet met alle mogelijke flexibiliteit bewerkstelligen dat tijdig beslissingen kunnen worden genomen, waarbij geen kapitaalvernietiging plaatsvindt van reeds uitgevoerde werken in het kader van de waterveiligheid en zoetwatervoorziening. Het Masterplan moet kunnen worden bijgesteld, zodra relevante wijzigingen of nieuwe inzichten, bijvoorbeeld met betrekking tot de stijging van de zeespiegel, zich voordoen.

In het kader van een Masterplan voor de middellange- en lange termijn moet "adaptief watermanagement" met name zijn gebaseerd op resultaten van berekeningen met klimaatmodellen. Voor de stijging van de zeespiegel kan daarbij worden uitgegaan van waarden, waar volgens het KNMI mogelijk rekening mee zou moeten worden gehouden. De planning van maatregelen is uiteraard mede afhankelijk van de tijd die nodig is voor het uitvoeren van de benodigde werkzaamheden.

Het Masterplan moet er voor zorgdragen dat plannen voor de korte-, middellange- en lange termijn naadloos op elkaar aansluiten, zodat onnodige kosten en kapitaalvernietiging wordt voorkomen en dat de te nemen maatregelen op de juiste tijd (niet te vroeg en niet te laat) worden uitgevoerd. Bij iedere beslissing behoort men na te gaan of mogelijke beslissingen in een vervolgfase zijn in te passen in het Masterplan. Daarbij moet rekening worden gehouden met een mogelijke stijging van 2-3 m in 2100 en een doorgaande stijging van de zeespiegel van vele meters gedurende de komende eeuwen (Rapport Deltares, September 2018).

De realisatie van veel onderdelen van een Masterplan zal tijdrovend zijn. Ieder plan kent vele fases, zoals die voor onderzoek en overheidsbeslissingen, inspraak en overleg, ontwerp, aanbesteding en bouw, terwijl binnen het geheel waarschijnlijk veel tijd wordt opgeëist voor een MER-procedure. Sommige projectfasen hebben de neiging meer tijd te nemen dan toebedeeld.

Vooraf voor die plannen waarvan voltooiing op een bepaald tijdstip essentieel is voor de veiligheid van de regio, is het aanhouden van een strikt en reëel tijdschema van groot belang om het risico op calamiteiten door het optreden van vertragingen te beperken. De gehele organisatie, hoe die er ook uitziet, behoort hiervoor bestuurlijk en technisch geëquipeerd te zijn voor onder meer het opstellen van eisenpakketten en voor het ontwerpen van vele projecten, de begeleiding van (Europese) aanbestedingen en toezicht op de bouw, of wel voor de begeleiding van de uitbesteding van deze werkzaamheden aan derden.

Mogelijke ontwikkelingen met betrekking tot de Westerschelde en de haven van Antwerpen (waaronder in de toekomst een mogelijke afsluiting van de Westerschelde met sluizen) zijn in dit rapport nauwelijks aangeroerd. Dergelijke ontwikkelingen zouden het Masterplan echter kunnen beïnvloeden, omdat de waterveiligheid van de Westerschelde natuurlijk voor Nederland van essentieel belang is. Nederland en België zullen daarover echter samen een politieke beslissing moeten nemen, alvorens daar in het huidige voorstel voor het maken van een Masterplan Waterveiligheid ook daadwerkelijk rekening mee kan worden gehouden.

Het zou gewenst zijn om te zijner tijd voor geheel Nederland een Masterplan waterveiligheid en waarborging van de zoetwatervoorziening voor de middellange- en lange termijn te maken, waarbij de verschillende deelplannen op elkaar worden afgestemd. Zie hiervoor bijlage 3.

Tot slot wordt opgemerkt dat bij de planning van werkzaamheden in een Masterplan rekening gehouden zou moeten worden met mogelijk ernstige vertragingen bij het realiseren van geplande maatregelen. Daarbij moet met name worden gedacht in het geval de zeespiegel sterk stijgt (2 m of meer in 2100) en de wereld pas in een (te) laat stadium overgaat tot de uitvoering van maatregelen om overstromingen te voorkomen. Enerzijds zullen in veel laag gelegen gebieden in delta's en kustvlaktes, waar in de praktijk geen beschermingsmaatregelen mogelijk zijn, miljoenen mensen vluchten met alle daaraan verbonden verschrikkelijke consequenties. Anderzijds kan op andere plaatsen, waar in principe wel beschermingsmaatregelen gepland zijn, de vraag naar uitvoering van werkzaamheden door aannemerscombinaties en baggermaatschappijen, de beschikbare capaciteit voor het uitvoeren van dergelijke werkzaamheden, verre overtreffen.

Bijlage 1

De frequenties van waterstanden (jaar 2000) te **Hoek van Holland** zijn in onderstaande tabel (bron R.W.S.) weergegeven.

Herhalingsperiode (jaren)	Hoogwaterstand (m + NAP)
10.000	5,05
1000	4,30
100	3,60
50	3,40
20	3,15
10	3,00
5	2,80
1	2,45
2x per jaar	2,30
5x per jaar	2,10

Indien men bovenstaande gegevens extrapoleert, dan vindt men bij een herhalingsperiode van 30.000 respectievelijk 100.000 jaar hoogwaterstanden van 5,30 en 5,75 (in meters boven NAP).

Voor het jaar 2100 bij een stijging van de zeespiegel van 1m, komt men dan bij een herhalingsperiode van 30.000 en 100.000 jaar, uit op hoogwaterstanden van NAP +6,30 m respectievelijk NAP + 6,75 m.

Voor **Vlissingen** kan in de huidige situatie worden uitgegaan van een waterstand met een herhalingstijd van 1 x 10.000 jaar van NAP +5,65 m. Voor een herhalingstijd van 1 x 100.000 jaar wordt uitgegaan van een waterstand van circa NAP + 6,40 m.

In dit rapport wordt (bij gebrek aan beter) verondersteld dat bij een stijgende zeespiegel het weerbeeld met betrekking tot stormduur, windkracht en windrichting gelijk blijft aan de huidige situatie.

Bijlage 2

Sluitfrequentie van de Maeslantkering en veiligheidsrisico's

Een toename van de sluitfrequentie van de Maeslantkering ten gevolge van een versnelde stijging van de zeespiegel zou niet alleen een toename van hinder voor de scheepvaart teweegbrengen, maar wordt tevens gezien als een veiligheidsrisico: hoe vaker de kering in een bepaalde periode wordt gesloten, hoe groter de kans dat in die periode een sluiting faalt (faalkans 1 per 100 sluitingen) en hoe groter de kans op een calamiteit.

Door Ir. R. v.d. Weert werd dit veiligheidsrisico nader in kaart gebracht. Daarbij werd nagegaan of de frequentie van sluiten invloed heeft op MHW.

Zoals eerder werd vermeld, is in de huidige situatie $MHW = NAP + 3,60 \text{ m}$, MHW in 2050 bij een stijging van de zeespiegel van $0,35 \text{ m} = NAP + 3,95 \text{ m}$, MHW in 2100 bij een stijging van de zeespiegel van $0,85 \text{ m} = NAP + 4,45 \text{ m}$.

Uit deze gegevens blijkt dat de zeespiegelstijging gelijk is aan de stijging van MHW. Op een eenvoudige wijze kan worden afgeleid dat zojuist vermelde MHW-waarden in elk geval gelden bij een sluitregiem van de Maeslantkering, waarbij steeds wordt gesloten bij overschrijding van een te verwachten waterstand te Rotterdam van 3m boven gemiddeld zeeniveau. In feite wordt de huidige situatie (sluiten bij overschrijding van een te verwachten waterstand bij Rotterdam van $NAP + 3\text{m} = 3 \text{ m}$ boven gemiddeld zeeniveau) dan gecontinueerd voor 2050 en 2100, n.l. sluiting bij overschrijding van een te verwachten waterstand te Rotterdam van 3m boven gemiddeld zeeniveau, terwijl de sluitfrequentie dan in de tijd gelijk blijft (1x per 10 jaar). Vanzelfsprekend zouden de dijken in Rotterdam en omgeving MHW op de verschillende tijdstippen in deze eeuw moeten kunnen keren.

Indien dijken achter de Maeslantkering niet worden verhoogd, is men gedwongen om bij een stijgende zeespiegel de Maeslantkering te blijven sluiten bij overschrijding van een te verwachten waterstand te Rotterdam van $NAP + 3\text{m}$. In 2050 zal bij stijging van de zeespiegel van $0,35 \text{ m}$, sluiting dus plaatsvinden bij overschrijding van een te verwachten waterstand te Rotterdam van $2,65 \text{ m}$ boven gemiddeld zeeniveau; in 2100 (stijging zeespiegel $0,85 \text{ m}$) wordt dat al $2,15 \text{ m}$ boven gemiddeld zeeniveau. Het is duidelijk dat hierdoor de frequentie van sluiten en de faalkans van de Maeslantkering in de tijd, sterk toenemen.

Uit een nadere beschouwing en uit berekeningen blijkt echter dat bij sluiting van de kering bij $NAP + 3\text{m}$ en dientengevolge toename van de sluitfrequentie en de daarmee gepaard gaande toenemende faalkans in de tijd, de waarden voor MHW gelijk zijn aan die bij een sluitregiem gebaseerd op overschrijding van een waterstand van 3m boven gemiddeld zeeniveau (zie bovenstaande waarden voor MHW (huidige situatie, in 2050 en in 2100 bij de vermelde stijging van de zeespiegel).

De conclusie is dan ook dat MHW uitsluitend wordt bepaald door de zeestanden en de faalkans van de Maeslantkering van 1 per 100 sluitingen. De frequentie van sluiten heeft dus geen direct effect op het veiligheidsrisico.

Dit is verklaarbaar doordat sluiting bij een te verwachten waterstand te Rotterdam van NAP +3m, het hoogteverschil tussen NAP +3m en het gemiddeld zeeniveau in de tijd steeds verder afneemt.

Hierdoor neemt de kans op overschrijding van MHW tijdens een falende sluiting in de tijd af, terwijl de frequentie van het falen van de kering in de tijd toeneemt. Hierdoor wordt het begrijpelijk dat het grote aantal sluitingen en de toename van de faalkans in de tijd niet de oorzaak zijn van een toenemend veiligheidsrisico. Als de dijken achter de Maeslantkering tot MHW zouden worden verhoogd, zou aan de bestaande norm worden voldaan.

Bijlage 3

Masterplan voor geheel Nederland

Het huidige voorstel voor het opstellen van een Masterplan voor het Rivierengebied, de Zuidwestelijke Delta en de kust van Zuid- en Noord Holland met betrekking tot waterveiligheid en waarborging van de zoetwatervoorziening zou ten onrechte kunnen suggereren dat een versnelde stijging van de zeespiegel in de rest van Nederland geen grote problemen zou veroorzaken. Daarom een zeer beknopte en dientengevolge onvolledige opsomming van problemen in de rest van Nederland:

Westerschelde

Bij de Westerschelde is bij Vlissingen het verschil tussen eb – en vloed reeds groot (circa 4,5 m) en neemt toe richting Antwerpen (circa 5,5 m). Bij storm kunnen hoge zeestanden bij Vlissingen ontstaan, waarbij veel water de Westerschelde wordt ingestuwd met extra hoge waterstanden (toenemend richting Antwerpen). In de huidige situatie is bij een stijgende zeespiegel een nog verdere verhoging van dijken het enige antwoord. Bij een snel stijgende zeespiegel zou een eventuele afsluiting van de Westerschelde en de bouw van zeeluizen een waardevol alternatief kunnen zijn. Een dergelijke oplossing is echter alleen mogelijk indien Nederland en België met zo'n oplossing instemmen. Zie tevens hoofdstuk 3.3a.

Kust van Groningen en Friesland

Zolang de Waddenzee in open contact staat met de Noordzee, moeten de zeedijken bij stijgende zeespiegel worden verhoogd en zal overtollig water uit de polders, dat nu op de Waddenzee wordt geloosd, steeds meer met behulp van gemalen naar de Waddenzee moeten worden gepompt. Bij een stijging van het gemiddeld waterniveau van de Waddenzee zal kwel en verzilting in de polders toenemen en is meer zoet water uit het IJsselmeer nodig om verzilting te bestrijden.

Waddenzee

Rekening houdend met een mogelijk stijging van de zeespiegel van 1 m in 2100, zou de mogelijkheid bestaan dat de Waddenzee in zijn huidige vorm "verdrinkt", waardoor een buitengewoon belangrijk natuurgebied verloren zou gaan.

Om de Waddenzee niet te laten "verdrinken" zou deze eeuw met een stijging van de zeespiegel van 1m ook nog een sedimentatie in de Waddenzee moeten plaatsvinden van circa 1 m. Een dergelijke sedimentatie is in principe niet ondenkbaar, maar de meningen zijn daarover verdeeld.

Deskundigen zijn van mening dat hoge sedimentatiesnelheden in belangrijke mate moeten worden gekoppeld aan de grote hoeveelheden zand uit de Noordzee, die op en tegen het strand worden gespoten (zandsuppletie ter verdediging van de kust). Een deel van dat zand, met name de zandsuppletie in Noord Holland en zand dat aan de Noordzeekant van de Waddeneilanden wordt gesuppleerd, zal uitspoelen en sedimenteren in de Waddenzee.

Zoals bij bespreking van het Plan Haakse Zeedijk reeds werd gemeld, zou nader onderzoek moeten plaatsvinden of ook bij een stijgende zeespiegel zandsuppletie aan de kust blijvend kan worden toegepast, omdat de benodigde hoeveelheid zand steeds groter wordt naarmate de

zeespiegel verder stijgt. Onderzoek om dit probleem meer te kwantificeren, zou dus ook essentieel kunnen zijn voor het voortbestaan van de Waddenzee.

In dit kader moet echter worden opgemerkt dat naast aanvoer en sedimentatie van zand ook aanvoer en sedimentatie van slib essentieel is voor het in standhouden van de Waddenzee. Een belangrijk deel van de Waddenzee bestaat niet uit zandplaten, maar uit kwelders (overstromen bij zeer hoog water) en wantijgebieden bedekt met slib, die bij laag water droogvallen. Dit laatste is van essentieel belang voor het foerageren van vogels.

Mocht de Waddenzee in de toekomst in zijn huidige vorm niet zijn te redden ten gevolge van een snelle stijging van de zeespiegel (nieuwe gegevens wijzen op een mogelijke zeespiegelstijging van 2 m in 2100) en een te geringe sedimentatie van zand en slib, dan zou moeten worden nagedacht over mogelijke alternatieven.

Daar de Waddenzee staat op de Werelderfgoedlijst van Unesco, zou in eerste instantie moeten worden nagegaan of een kunstmatige aanvoer van zand en slib een oplossing zou kunnen bieden. Mocht dat niet het geval zijn, zou kunnen worden gedacht aan afdamming van de Waddenzee door onderlinge verbinding van de eilanden of de aanleg van een nieuwe verdedigingslijn langs de Waddeneilanden. Het peil van de Waddenzee zou met behulp van pompen op gewenst niveau (lager dan zeeniveau) kunnen worden gehouden. De hoogte van de huidige zeedijken is dan niet meer gerelateerd aan de stijging van de zeespiegel.

In zo juist geschetste situatie zou onderzocht kunnen worden of een systeem denkbaar is, waarbij een zekere getijdenwerking wordt geïntroduceerd (water via vrij verval inlaten en het vervolgens weer uitpompen om weer een laagwaterstand te creëren). Men zou daarbij kunnen denken aan één getij per dag. Mocht dit geen realistische benadering zijn om waardevolle elementen van de huidige Waddenzee te behouden, zou gezocht kunnen worden naar mogelijkheden van het creëren van een nieuw waardevol natuurgebied. Een dergelijke oplossing biedt waarschijnlijk meer mogelijkheden op het gebied van natuur en milieu, dan een “verdrongen” Waddenzee.

Eems-Dollard gebied

In zekere zin is dit gebied te vergelijken met die van de Westerschelde. In het Eems-Dollard gebied kunnen bij storm hoge zeestanden optreden, mede door het feit dat het tijverschil voor Noord Nederland maximaal is voor deze regio.

In de huidige situatie is bij een snel stijgende zeespiegel een verdere verhoging en versterking van de bestaande zeedijken het enig mogelijke antwoord.

Een eventuele afsluiting van het estuarium en de bouw van een zeesluis zou een alternatief kunnen zijn. Een dergelijke oplossing is echter alleen mogelijk indien Nederland en Duitsland hierover tot overeenstemming zouden komen.

IJsselmeer

Door de stijging van de zeespiegel vermindert de lozingscapaciteit van de bestaande uitwateringssluizen in de afsluitdijk. Inmiddels is reeds besloten grote gemalen aan de afsluitdijk te bouwen onder het motto: “lozen als het kan, pompen als het moet”. Bij een verder stijgende zeespiegel komt er een moment dat al het overtollige water (waaronder afvoer van de IJsel) naar de Waddenzee moet worden gepompt. Een dergelijke situatie wordt

in dit rapport weergegeven bij de bespreking van het Plan Haakse Zeedijk en het Plan Spaargaren.

Uit het voorgaande blijkt dat in feite meerdere partiële Masterplannen in Nederland zouden moeten worden gemaakt voor verschillende regio's. Al die partiële plannen zouden met een Masterplan voor het Rivierengebied, de Zuidwestelijke Delta en de kust van Zeeland en Holland te zijner tijd tot één Masterplan moeten worden verenigd. De verschillende deelplannen zouden zowel geografisch als in de tijd op elkaar moeten worden afgestemd. Een vroegtijdig inzicht in budgettaire eisen, verbonden aan het uitvoeren van de plannen, is gewenst.

Bijlage 4

Versnelde stijging zeespiegel (Deltares rapport september 2018) en daaraan verbonden consequenties

Uit genoemd rapport blijkt dat na 2050 rekening moet worden gehouden met een versnelde zeespiegelstijging en dat in 2100 de zeespiegel met 2 m (of mogelijk zelfs meer) zou kunnen zijn gestegen in plaats van de 1 m, die in ons rapport werd aangehouden. Tevens moet rekening worden gehouden met een verdere, mogelijk snel stijgende zeespiegel na 2100. Voorlopig zouden daar onder meer onderstaande conclusies uit kunnen worden getrokken.

Met betrekking tot de noodzaak de Nieuwe Waterweg af te dammen en de Maeslantkering uiterlijk in 2050 te vervangen door sluisen, verandert er in principe niets (zie hoofdstuk 2 en 3).

Ten aanzien van **Plan Beaufort** (hoofdstuk 3.2) verandert er in principe ook niets, omdat het Plan Beaufort in feite beoogd, ook bij de hoogste zeestanden, de rivierafvoer bij het Haringvliet te kunnen lozen op de Noordzee. De dijken moeten echter vóór 2100 nog meer worden verhoogd, omdat de dijkhoogte is gerelateerd aan de hoogste zeestanden. Nader onderzoek moet aantonen in hoeverre Plan Beaufort, op basis van de nieuwste gegevens met betrekking de zeespiegelstijging, in de tijd nog realiseerbaar is.

Ten aanzien van de **Haakse Zeedijk** (hoofdstuk 3.3) kan men zich afvragen of de bouw van (kostbare) spuisluizen in het Zuidelijk bekken nog moet plaatsvinden, omdat bij twee meter stijging van de zeespiegel de capaciteit van vrije lozing reeds sterk wordt beperkt. Bij verdere stijging van de zeespiegel wordt de capaciteit van vrije lozing steeds verder beperkt en zal de gemaalcapaciteit voor de afvoer van het water naar de Noordzee, steeds groter moeten worden. Bij een gemiddelde zeestand van NAP + 4m kan geen vrije lozing meer plaatsvinden en moet de gehele rivierafvoer worden gepompt naar de Noordzee. Indien geen spuisluizen worden gebouwd in het bekken, zal vanaf het gereedkomen van het bekken de gehele rivierafvoer afvoer naar de Noordzee moeten worden uitgemalen. Een ander nadeel van het niet bouwen van sluisluizen is dat men dan de mogelijkheid verliest om spuisluizen tijdens de bouw van de Haakse Zeedijk te kunnen benutten als snel afsluitbaar sluitgat.

Bij een zeespiegelstijging van 2 m, zou het echter zinvol kunnen zijn om de Haakse Zeedijk door te trekken naar Den Helder, waardoor de waterberging circa 3x groter wordt, de benodigde gemaalcapaciteit beduidend geringer wordt en de risico's op calamiteiten worden beperkt en de haven van Rotterdam wordt beschermd tegen hoge zeestanden. Zie verder Hoofdstuk 3.3.

In dit kader kan worden opgemerkt dat bij het doortrekken van de Haakse Zeedijk naar Den Helder en de bouw van zeesluizen voor het Scheepvaartverkeer naar Rotterdam en IJmuiden, de sluis in de Nieuwe Waterweg mogelijk na circa 50 jaar zijn functie al verliest.

Ten aanzien van het **Plan Spaargaren** (hoofdstuk 3.4) kan worden opgemerkt dat bij een mogelijk zeespiegelstijging van 2 m in 2100, dit plan niet los kan worden gezien van het niet meer kunnen functioneren van de Oosterschelde kering en de Haringvlietsluizen bij een stijging van de zeespiegel van 1 m (zie hoofdstuk 6 en 7). Bij een stijging van de zeespiegel van 2 m in 2100 zou voor het eind van deze eeuw reeds een oplossing van dit probleem

moeten zijn bedacht en uitgevoerd. Door de snelheid waarmee gehandeld moet worden, is het niet ondenkbeeldig dat zowel de Oosterschelde als het Haringvliet nog voor het einde van deze eeuw moeten worden afgesloten met een dam.

In principe zouden nieuwe sluisen in het Haringvliet gebouwd kunnen worden, maar vrije lozing is bij 2 m stijging van de zeespiegel reeds sterk beperkt, terwijl bij circa 3 m stijging geen vrije lozing meer mogelijk is (tenzij men rivierdijken sterk gaat verhogen).

Zou men bij een mogelijke stijging van de zeespiegel met 2 m in 2100 kiezen voor afsluiting van de Oosterschelde en het Haringvliet, dan zal men de gehele rivierafvoer (Rijn minus IJssel plus Maas) door middel van gemalen naar de Noordzee moeten afvoeren. In principe zou men de Zuidwestelijk Delta (inclusief Oosterschelde) dan als berging kunnen benutten, waardoor pieken in het benodigd elektrisch vermogen voor de gemalen kunnen worden afgevlakt en risico's met betrekking tot calamiteiten worden beperkt.

Uitvoering van een dergelijk plan biedt nog geen oplossing voor verdediging van de kust bij een sterk stijgende zeespiegel. Zoals reeds werd gemeld, vergt zandsuppletie steeds meer zand bij een stijgende zeespiegel en lijkt het zoeken naar een alternatief hiervoor noodzakelijk. Zie hoofdstuk 3.

Voorstanders van een open Rijnmond en een open Zuidwestelijke Delta worden geconfronteerd met het probleem dat bij een veel sneller stijgende zeespiegel dan werd verwacht, de dijken in het Rivierengebied niet alleen veel hoger moeten worden, maar de bouw ook in een nog hoger tempo zal moeten plaatsvinden. Men moet daarbij nagaan of dergelijke plannen praktisch en financieel nog zijn te realiseren.

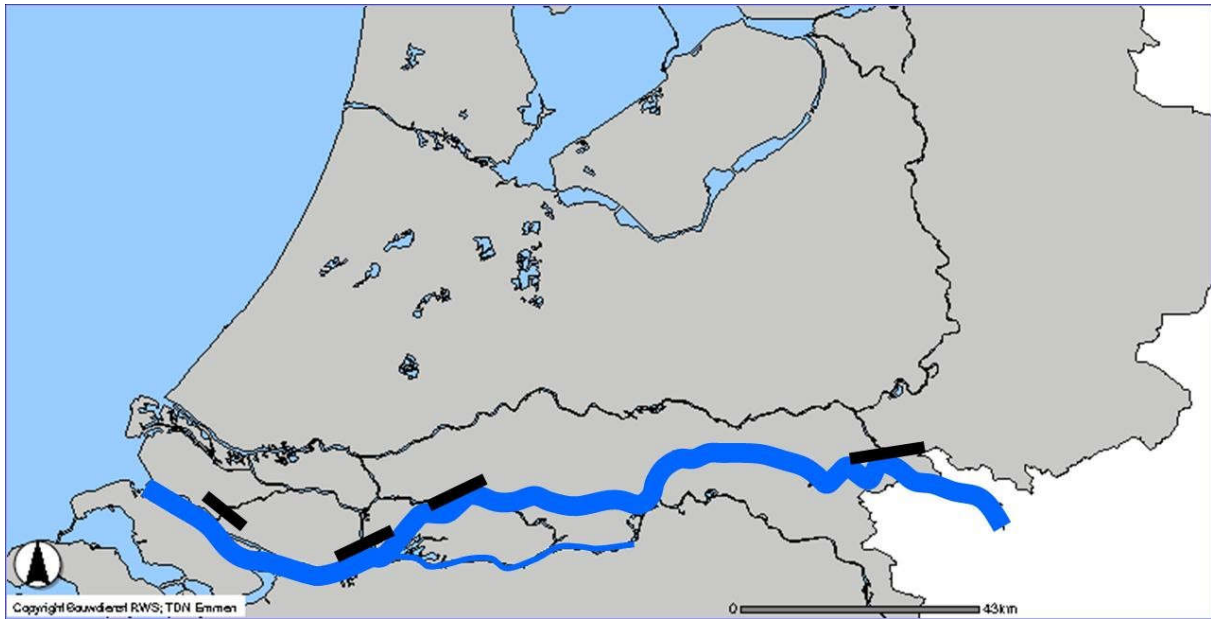
De versnelde stijging van de zeespiegel heeft uiteraard niet alleen consequenties voor het Rivierengebied, de Zuidwestelijke Delta en de kust van Zeeland en Holland, maar ook voor de in bijlage 3 besproken gebieden in Nederland. Zo zal bij een stijging van de zeespiegel van 2 m de Waddenzee zeer waarschijnlijk verdrinken.

Voor welke oplossingen men ook kiest, de tijdsdruk is enorm toegenomen door rekening te houden met een mogelijke stijging van de zeespiegel van 2 m in 2100 in plaats van 1m. Maar er is meer aan de hand dan alleen de tijdsdruk op het uitvoeren van onderzoek, het nemen van beslissingen en de tijdige uitvoering ervan. Tenminste Nederland, België en Duitsland zullen ook adequaat moeten handelen en zo spoedig mogelijk met elkaar aan de tafel moeten gaan zitten. We kunnen ons land onvoldoende zelf verdedigen, omdat via de buurlanden ook delen van Nederland onder water kunnen komen te staan.

Tevens wordt opgemerkt dat bij de planning van werkzaamheden in een Masterplan rekening gehouden zou moeten worden met mogelijk ernstige vertragingen bij het realiseren van geplande maatregelen. Bij een mogelijke stijging van de zeespiegel van 2m of mogelijk zelfs 3 m in 2100, neemt de tijdsdruk sterk toe en kan de vraag naar uitvoering van werkzaamheden door aannemerscombinaties en baggermaatschappijen, de beschikbare capaciteit voor het uitvoeren van dergelijke werkzaamheden verre overtreffen. Dit probleem heeft uiteraard betrekking op geheel Nederland (bijlage 3), maar kan tevens een wereldwijd probleem opleveren.

Tevens wordt opgemerkt dat er deze eeuw reeds grote financiële consequenties zijn verbonden aan het veilig houden van Nederland, uitgaande van een mogelijke stijging van de

zeespiegel van 2-3 m in 2100. Mocht onderzoek uitwijzen dat orkanen, waarbij in oktober 2018 Portugal werd getroffen, ook de Nederlandse kust zouden kunnen treffen, dan kan mogelijk worden gesproken van een verder verslechterde situatie.



Figuur 1: Watersnelweg Waal met keringen in Spui, Dordtse Kil en Beneden Merwede en verdeelwerk in het Pannerdens kanaal (Plan Beaufort)



Figuur 2:
Sterk geschematiseerd beeld van oorspronkelijk Plan Haakse Zeedijk



Figuur 3
Optie A voorstel Spaargaren (hoofdstuk 7)

Bovenstaande figuur kan tevens worden gezien als een schematische weergave van Plan Spaargaren met berging in de gehele Zuidwestelijke Delta